



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

“Proposición de puesta en marcha de un programa de mantenimiento con metodología TPM para mejorar la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA”

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Mecánica Eléctrica**

AUTORES:

José Franco Navarro Quintana (ORCID: 0000-0002-2995-9317)

Jhonathan Alfredo Chininin Ruiz (ORCID: 0000-0002-1454-9606)

ASESOR:

Mg. Luis Miguel Ramos Martínez (ORCID: 0000-0002-5012-8956)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Planes de Mantenimiento

CHICLAYO – PERÚ

2019

Dedicatoria:

A mi familia:

Por estar siempre ahí dándome sus buenos consejos
para hacer un buen trabajo

A mis amigos:

Por apoyarme cuando los necesite.

A mi pareja:

Por confiar en mí y darme ese apoyo incondicional
para así culminar este proyecto.

José Franco Navarro Quintana

Agradecimientos:

A dios por darme la vida para logras mis
Objetivos y a mi familia porque sin ellos
No hubiera logrado este objetivo.

José Franco Navarro Quintana

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad

Declaratoria de Autenticidad

Índice

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice	vii
Índice de Tablas	ix
Índice de Figuras	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.4 Hipótesis de la investigación	3
1.5 Antecedentes de la investigación	4
1.6 Teorías o marco conceptual	5
II. MÉTODO	11
2.1 Tipo y diseño de Investigación	11
2.2 Identificación y operacionalización de variables	11
2.2.1 Variable Independiente	11
2.2.2 Variable dependiente	11
2.2.3 Operacionalización de las variables	12
2.3 Población y muestra	13
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	13
2.4.1 Técnicas e instrumentos	13
2.4.1.1 Entrevistas	13
2.4.1.2 Encuesta	13
2.5 Procedimiento	14
	vii

2.6 Método de análisis de datos	15
2.7 Aspectos éticos	15
III. RESULTADOS	16
3.1 Objetivo N°1	16
3.1.1 Ficha completa de la empresa	16
3.1.2 Situación y particularidad de la gestión de mantenimiento actual de la empresa CASA.	16
3.2 Objetivo N°2	20
3.3 Objetivo N°3	23
3.4 Objetivo N°4	29
3.4.1 Diseño del plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM	29
3.4.2 Metodo para la implementación del enfoque TPM en el área de mantenimiento de la empresa CASA	32
3.4.3 Desarrollo del plan de mantenimiento TPM	35
3.4.4 Funciones del TEAM del mantenimiento total	43
3.4.5 Metodología de realización del mantenimiento total	43
3.4.6 Mantenimiento total predictivo	44
3.4.7 Sistema computacional de historial de mantenimiento	46
IV. DISCUSIÓN	49
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	54
ANEXOS	59
Acta de Aprobación de Originalidad del Trabajo de Investigación Reporte de Turnitin	65 66
Autorización de publicación del trabajo de investigación de los autores	67
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	69

Índice de tablas:

Tabla 1: Operacionalización de las Variables de Investigación	12
Tabla 2: Data Resultante de la Aplicación de las Encuestas a los Colaboradores del Área de Mantenimiento de la Empresa CASA	18
Tabla 3: Nominación Cualitativa y Valuación Numérica de la Evaluación del Mantenimiento.	19
Tabla 4: Fallas Comunes en la Maquinaria Pesada.	22
Tabla 5: Disponibilidad de la Maquinaria Pesada de la Empresa CASA antes de la Aplicación de TPM.	24
Tabla 6: Disponibilidad de la Maquinaria Pesada de la Empresa CASA luego de Aplicado el Enfoque TPM.	27
Tabla 7: Listado de Maquinaria Pesada de la Empresa CASA.	29
Tabla 8: Formato de Inventariado de Maquinaria Pesada de la Empresa CASA.	39
Tabla 9: Matriz de Mantenimiento Preventivo de la Maquinaria Pesada de la Empresa CASA.	41
Tabla 10: Matriz de Orden de Suministro.	42
Tabla 11: Formato de Mantenimiento Predictivo.	47

Índice de figuras:

Figura 1: Organigrama Area de Mantenimiento de la Empresa CASA	32
---	----

RESUMEN

El presente proyecto de tesis tuvo como objetivo general Proponer la puesta en marcha de un programa de mantenimiento con metodología TPM para mejorar la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA. Para efectos del marco teórico se citaron afirmaciones de revistas científicas tanto en inglés como español, por ejemplo: *International Journal of Scientific & Engineering Research*, *International Journal of Advanced Research in Mechanical Engineering & Technology*, *International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering*, etc., el tipo de investigación utilizado fue la aplicada, con diseño descriptivo y enfoque cuantitativo. La población estuvo conformada por 36 unidades y la muestra por 18; las técnicas e instrumentos de recolección de datos fueron la entrevista, la observación directa, el cuestionario. Como conclusión general se tuvo que: El diseño del plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM, enmarca a la empresa CASA a estar a la vanguardia de lo que la metodología actual requiere. Gracias a ello el personal colaborador cambió de idea y se encuentra dispuesto a adherir a las estrategias de mejora continua como son las indicaciones de las 5S, asimismo, ahora ellos ya no se sienten colaboradores sino agentes que deben brindarle valor agregado a la empresa; de igual forma están dispuestos a capacitarse y ejecutar actividades relacionadas a mantener buenas condiciones de seguridad y salud en su trabajo, actividades de cuidado al medio ambiente, al uso de los sistemas de información computacional para llevar a cabo una mejor gestión de sus labores, lo cual se traduce en un excelente manejo de la información de las actividades de mantenimiento ejecutadas en el día y su posterior consolidación en una base de datos.

Palabras clave: TPM, maquinaria, operatividad.

ABSTRACT

The objective of this thesis project was to propose the implementation of a maintenance plan based on the TPM approach to improve the operation of the heavy machinery of the CASA company. For the purposes of the theoretical framework, statements from scientific journals in both English and Spanish were cited, for example: International Journal of Scientific & Engineering Research, International Journal of Advanced Research in Mechanical Engineering & Technology, International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering, etc., the type of research used was the application, with descriptive design and quantitative approach. The population consisted of 36 units and the sample by 18; The techniques and instruments of data collection were the interview, the direct observation, the questionnaire. As a general conclusion, it was necessary to: The design of the maintenance plan based on the TPM approach frames the CASA company to be at the forefront of what the current methodology requires. Thanks to him, the personal collaborator changes his mind and finds it convenient to adhere to the strategies of continuous improvement such as the indications of the 5S, specifically, now they no longer face collaborators but agents that must provide added value to the company; They are also enabled to train and carry out activities related to maintaining good health and safety conditions in their work, environmental care activities, the use of the information systems to carry out a better management of their laboratories, which translates into excellent information management of maintenance activities carried out on the day and its subsequent consolidation in a database.

Keywords:: TPM, machinery, operability.

I.INTRODUCCIÓN

En el siglo XXI, todas las empresas, sean de producción o de servicios, tienen por objetivo común brindar un producto final o un servicio total con un alto índice de valor agregado; razón por la cual, deben de mejorar día a día sus procesos, mediante el uso, manejo e implantación de nuevas herramientas tecnológicas y de gestión; de igual manera, necesitan que cada uno de sus colaboradores se encuentren altamente capacitados y por ende competentes, siendo ellos una suma de valor agregado para su empresa. Empresa que no sigue este camino, en un corto tiempo va a tender hacia el cierre parcial y total debido a los problemas que se presentan dentro de su cadena de producción o de servicios.

1. 1 Realidad problemática

En la actualidad la empresa CASA está presentando demasiados problemas con la operatividad de su maquinaria pesada operando en obra debido a paradas inesperadas de las mismas. Esta situación le está generando que:

- ✓ Incida en altos costos imprevistos, producto de las fuertes penalidades económicas que su cliente le grava por cada 24 horas de retraso.
- ✓ Realice mantenimientos correctivos imprevistos, los mismos que generan un alto costo adicional, debido, en primer lugar, al traslado de la maquinaria malograda al taller de mantenimiento, ya que por disposiciones reglamentarias de seguridad laboral no se pueden realizar en áreas de obras en ejecución.
- ✓ Reprograme su plan de ejecución de actividades programadas en su plan de proyecto inicial, lo que le genera costos extras, dado que su personal laborará horas extras para poder cumplir con las fechas establecidas de finalización y entrega de la obra, las cuales según la legislación laboral peruana tienen que ser remuneradas.

Asimismo, la presente investigación se justifica por los siguientes aspectos:

Social: Al reducir a cero las fallas de los equipos, se está asegurando que las obras concluyan en el tiempo establecido, de esta manera la sociedad en donde se ejecuta, se podrá beneficiar de ella más rápidamente, de igual forma el malestar que se crea en algunos sectores de la población se verá reducido en tiempo y, por último, la contaminación de su ambiente se reduciría notoriamente.

Tecnológico-profesional: Permitirá a la empresa enmarcarse en el uso de herramientas, metodologías y estándares de calidad para su constante mejora continua; y a los ingenieros, técnicos y personal obrero a elevar su nivel de conocimientos de gestión industrial, específicamente en el área de mantenimiento, permitiéndoles de esta manera ser colaboradores con alto valor agregado.

1.2 Formulación del problema

Toda esta situación le sucede a la empresa CASA porque hasta la fecha solo contempla en su gestión de mantenimiento de su maquinaria pesada un plan de mantenimiento correctivo el mismo que en maquinarias DIESEL su ejecución es muy demandante de tiempo y sus repuestos originales son muy costosos. Por toda esta situación, se propone elaborar un plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM para mejorar la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA. Esta acción que se desea realizar nos lleva al siguiente problema general: ¿En qué medida la propuesta de puesta en marcha de un proyecto de mantenimiento con metodología TPM puede mejorar la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA?, y como interrogantes específicas a las siguientes:

- ✓ ¿Cómo realizar la evaluación del plan de mantenimiento correctivo que ejecuta actualmente para su maquinaria pesada la empresa CASA?
- ✓ ¿Cómo realizar la identificación de las causas que reducen la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA?
- ✓ ¿Cómo ejecutar la evaluación de operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA?

- ✓ ¿Cómo diseñar el plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM para mejorar la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA?

1.3 Objetivos de la investigación

El presente proyecto de investigación tiene por objetivo general: Proponer la puesta en marcha de un programa de mantenimiento con metodología TPM para mejorar la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA, y como objetivos específicos a los siguientes:

- ✓ Realizar la evaluación del plan de mantenimiento correctivo que ejecuta actualmente para su maquinaria pesada la empresa CASA
- ✓ Realizar la identificación de las causas que reducen la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA
- ✓ Ejecutar la evaluación de operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA
- ✓ Diseñar el plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM para mejorar la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA

1.4 Hipótesis de la investigación

Como hipótesis general se tiene que: La propuesta de puesta en marcha de un programa de mantenimiento con metodología TPM mejorará la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA. Y como hipótesis específicas a las siguientes:

- ✓ La realización de la evaluación del plan de mantenimiento correctivo que ejecuta actualmente para su maquinaria pesada la empresa CASA nos permitirá demostrar su ineficiencia.
- ✓ La realización de la identificación de las causas que reducen la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA nos permitirá trabajar directamente sobre ellas.

- ✓ La ejecución de la evaluación de operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA nos permitirá conocer el nivel de criticidad de las máquinas.
- ✓ El Diseño del plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM permitirá mejorar la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA

1.5 Antecedentes de la investigación

1.5.1 A nivel nacional

En referencia a los antecedentes nacionales en los que se utilizó la metodología japonesa TPM con la finalidad de mejorar la eficiencia, la operatividad, la eficacia, el cumplimiento del cronograma con que se empezó a ejecutar un proyecto, se mencionan a los siguientes:

- Narro y Valverde (2018, p. 25), concluyen que “Mediante la implementación del mantenimiento autónomo se logra cumplir con los objetivos de mejora en el desempeño de los equipos”.
- Gamarra (2018, p. 241), sostiene que “[...], fue necesario de implementar una metodología de trabajo como el TPM que logre mejorar la disponibilidad de los equipos, esto permitirá cumplir con el plan de producción con menor tiempo de parada de equipos, [...]”.
- Bazán (2018, p. 132), sostiene que “Implementando el pilar dos TPM – Mantenimiento Autónomo y pilar tres TPM- Mantenimiento Programado, se redujo el costo de mantenimiento total en 27% [...]”.

1.5.2 A nivel internacional

En referencia a los artículos científicos internacionales que sirven como antecedentes para la presente investigación podemos mencionar el estudio que hacen Marín-García y Martínez (2014, p. 849), quienes concluyen “[...] que el TPM tiene un impacto positivo en las organizaciones; tiene una amplia utilización en un rango extenso de industrias; [...]”. En ingeniería se utilizan metodologías de mejora con el objetivo

bandera de la producción de un bien o la realización de un servicio a costo mínimo, de alta calidad y con valor agregado. En su trabajo que realiza sobre el análisis combinatoria entre el TPM y otra metodología en función a la reducción de costos de producción o servicios, Argueta (2016, p. 180), sostiene que el afamado TPM es el más recomendado “[...], debido a que estas persiguen elementos más fijos/constantes en el tiempo, en lugar de objetivos puntuales y específicos que no se gestionan de manera recurrente [...]”. Hay investigaciones que han demostrado que la aplicación de TPM ha resuelto los problemas de operación y de coste adicional que incurre una empresa al gestionar la operatividad de su maquinaria únicamente por mantenimiento correctivo. Al respecto Fonseca-Junior, Holanda-Bezerra, Cabral-Leite y Reyes-Carvajal (2015, p.148), sostienen que “Con poca inversión, podemos resolver el problema del mantenimiento correctivo en nuestra planta sin afectar la producción [...] de la planta de forma segura y eficaz, [...]”.

1.6 Teorías o enfoque conceptual

Se conceptualiza como gestión del mantenimiento industrial al “[...] proceso que brinda bondades para la determinación de requisitos de mantenimiento de todas las máquinas en su contexto operativo, que permite determinar cada una de las actividades con el propósito de asegurar que el equipo cumpla su función” (Fornés- Rivera, Ochoa-Espinoza, Cano-Carrasco y González-Valenzuela, 2016, p.78). ¿Cuál es la finalidad de este tipo de gestión?, Según Amendola (como se citó en Ortiz, Rodríguez y Izquierdo, p. 88), “El objetivo básico de cualquier gestión de mantenimiento, consiste en incrementar la disponibilidad de los activos, a bajos costos, permitiendo que dichos activos funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un contexto operacional”. Para este tipo de gestión las organizaciones sobre todo de producción, utilizan diferentes herramientas, estrategias, metodologías que han sido creadas y su eficacia demostrada, entre ellas tenemos las JIT, Lean Manufacturing, RCM, etcétera. Cada una de ellas incide más en un campo determinado.

Si nos centramos en el campo del mantenimiento de maquinaria industrial, sean estas, estacionarias o móviles, a través de los tiempos se ha utilizado los famosos tipos de mantenimiento como son: el preventivo, proactivo, correctivo, etcétera. Sin embargo, la sociedad cada vez es más demandante en obras de saneamiento, estructuras viales, con el aliciente de hoy, que es el cuidado ambiental, paralelamente las empresas buscan obtener productos terminados de gran calidad, pero con el menor costo posible; esto hace que

ellas busquen constantemente la mejora continua en todos los procedimientos que se realicen en su cadena productiva, y que la operatividad y la confiabilidad de sus máquinas se encuentren a la altura de lo que la calidad industrial actual demanda. Razón por la cual muchas de ellas están migrando hacia un sistema de mantenimiento que le permite obtener un valor agregado, esa metodología es la del TPM.

“El mantenimiento productivo total es una herramienta ampliamente usada en las áreas productivas, la cual está encaminada a incrementar la disponibilidad de la maquinaria y equipo de producción, así como los beneficios económicos de las empresas” (García, Romero y Noriega, 2012, p.173). Del mismo modo, Dightman (como se citó en Carnero y López-Vizcaíno, 2013, p. 2), nos dice que “TPM es un sistema de gerencia de mantenimiento, que busca la mejora continua de la maquinaria y equipos, [...] alcanzar el 100 % de eficiencia del proceso de producción y disponibilidad de las máquinas, [...]”. Hay quien sostiene que “[...] es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que permiten mejoras en la competitividad de la organización industrial o de servicios” (Susuki como se citó en Castillo-Flores, Fernández-García y Ángeles-Reséndiz, 2018, p.29). La implementación de esta metodología se realiza por etapas. “[...] En cada fase se implementa un pilar TPM. [...]” (Singh, Gohil, Shah & Desai, 2012, p. 593). Toda metodología creada en ingeniería para luego ser usada nace bajo el paradigma del cumplimiento de ciertos fines u objetivos. Al respecto, Sethia, Shende & Dange afirman que los objetivos principales del TPM son:

Mantener un ambiente libre de accidentes. Aumentar la participación del operador.
Maximizando la fiabilidad de la máquina. Mejora de la calidad y reducción de costes.
Enfoque en ingeniería de mantenimiento. Mejorando la resolución de problemas por equipo.
Actualización de cada operador. Motivando al operador. Aumentando la OEE. (2014, pp. 214-215).

“TPM aprovecha la participación de todos los empleados para mejorar la producción disponibilidad, rendimiento, calidad, confiabilidad y seguridad del equipo. Esfuerzos de TPM aprovechar la ‘capacidad oculta’ de equipos poco confiables e ineficaces. [...]” (Ahuja & Khamba, 2018, p.717). Para, Bose & Shrivastava (2017, p. 254), “TPM puede establecerse en las industrias por siguiendo los llamados pilares TPM

que da un particular instrucciones para el implementador sobre cómo lograr lo deseado metas. [...]”.

La implementación de esta metodología japonesa se basa en 8 pilares. ¿Qué buscan conseguir estos pilares con las industrias de producción o de servicio?, sobre ello, Singh, N. y Singh, O. (2015, p. 21), nos dicen que “La efectividad total indica la búsqueda de TPM de la economía eficiencia o rentabilidad que incluye productividad, costo, calidad, entrega, seguridad, medio ambiente, salud y moral”. De igual manera que, “El sistema de mantenimiento total incluye prevención de mantenimiento y mejora de mantenibilidad, así como preventivo mantenimiento” (Singh, N. y Singh, O., 2015, p.21).

El primer pilar del TPM es el de la aplicación de las 5s. Las 5S “[...] Es un proceso sistemático de limpieza para lograr un ambiente sereno en el lugar de trabajo que involucra a los empleados con un compromiso implementar y practicar sinceramente el servicio de limpieza. [...]” (Workneh & Pal, 2012, párr. 5).

El segundo pilar según la literatura escrita se le denomina mantenimiento autónomo. Luego de concluir su investigación, Kulkarni y Dabade como se citaron en Torres y Cabal (2016, p.18), sostienen que “[...] es una actividad de prevención preventiva mantenimiento que es tratado directamente por el operador de producción. Eso se hace porque el operador tiene la sensibilidad de un pequeño cambio que tiene lugar en la máquina bajo su responsabilidad”.

El tercer pilar es el uso de KAIZEN y sus ventajas. “Kaizen se enfoca en la simplificación al dividir procesos complejos en sus subprocesos y luego mejorarlos. [...]” (Abdulgouti, 2018, p.2). De igual forma los colaboradores de aquella empresa que desea implementar TPM, deben cumplir ciertos requisitos académicos, técnicos y operativos. “[...] Por lo tanto, los especialistas de Kaizen deben tener la capacidad de realizar tareas avanzadas, completarlas más rápido y manejar procesos anteriores, como recepción, estimaciones, pedidos de piezas y trato con clientes” (Abdulgouti, 2018, p.2).

El cuarto pilar es aquel denominado como el MANTENIMIENTO PLANEADO. (PM). “[...] Su objetivo es tener máquinas y equipos sin problemas que producen defectos sin defectos productos para satisfacción total del cliente” (Ingale, Bhopi & Patil, 2015, p.237). Este pilar produce un efecto de cambio muy importante sobre la práctica

del mantenimiento. “[...]. Esto rompe mantenimiento en cuatro "familias" o grupos, a saber, mantenimiento preventivo, mantenimiento de averías, correctivo mantenimiento y prevención de mantenimiento” (Ingale, Bhopi & Patil, 2015, p.237).

El quinto pilar hace referencia a la relación de la introducción del concepto de calidad en todos los procedimientos del mantenimiento. (QM). “[...] Está dirigido a la satisfacción del cliente a través de la más alta calidad y sin defectos de fabricación. El enfoque está en eliminar las no conformidades de manera sistemática, al igual que la mejora enfocada” (Khokhar & Dhankhar, 2014, p.162). Este pilar implica la realización de un conjunto de acciones programadas. “[...]. Las actividades de QM son establecer condiciones de equipo que impidan defectos de calidad, basados en el concepto básico de mantenimiento perfecto de equipo para mantener la calidad perfecta de los productos. [...]” (Khokhar & Dhankhar, 2014, p.163).

El sexto pilar hace mención al entrenamiento y capacitación constante y especializada que se ha de programar para todos los colaboradores de una empresa, desde gerencia hasta portero. “El objetivo de la capacitación es revitalizar a múltiples expertos. empleados cuya moral es alta y ansiosos por ven a trabajar y realiza todas las funciones requeridas de manera efectiva e independiente. [...]” (Hangad & Kumar, 2013, p.486).

El séptimo pilar se refiere al estadístico de la información y su buen uso para poder mejorar todos aquellos pasos, actividades y procedimientos realizados en algunos pilares anteriores. Por lo tanto, “[...] debe tenerse en cuenta para mejorar la productividad, la eficiencia de las funciones administrativas e identificar y, por tanto, eliminar las pérdidas. Esto incluye analizar procesos y procedimientos para el crecimiento de la empresa” (Srikaran, Venkatachalam, Vairamani & Arum, 2017, p.316).

El octavo pilar indica que el TPM, le permite a la empresa cumplir con los mas altos estándares de cuidado ambiental que exigen por normas legales en primer lugar el gobierno en donde se lleva a cabo el proceso de producción o de un servicio, los organismos internacionales, y sobre todo con la humanidad; aplicando de esta forma o manera lo que el desarrollo sostenible demanda en la actualidad. En segundo lugar, exige que se proteja a cabalidad la vida y salud de todos y cada uno de sus colaboradores sin

excepción de rango o profesionalización alguna; es decir cumplir los requisitos mínimos de seguridad industrial y a la par los de salud profesional.

¿Qué persigue, que busca, que desea, cuál es su finalidad? “[...], el objetivo es crear un lugar de trabajo seguro y un área circundante que no está dañada por nuestro proceso o procedimientos Este pilar desempeñará un papel activo en cada uno de los otros pilares de forma regular” (Logesh, Kuppuraj & Augustine, 2017, p.101). Este pilar tiene injerencia directa en todos los anteriores, dado que la implementación de cada uno de ellos ha de llevarse a cabo, teniendo en cuenta lo que persigue este pilar.

La implantación del TPM busca maximizar la operatividad de un equipo o máquina. Hablar de operatividad de una máquina es cuantificarla hacia su disponibilidad, eficiencia, las horas trabajadas por días, meses, años; asimismo el de presentar un nulo estadístico de paradas. Asimismo, es realizar sin problema de pérdida de potencia, de torque, los distintos trabajos para los que fue diseñada. A nivel de ingeniería de mantenimiento para medirla se utilizan indicadores como: Los costos de operación de equipos, MTBS-TMEP, MTTR-TMPR, MA-DM, MU-UM, MTBF-TMEF, MTBFS-TMEPF, R-C, MR-RM.

TMEP, cuantifica en parámetros de promedio, todo el tiempo de operatividad mecánica de una máquina, antes de que deje de operar por algún tipo de falla, avería. Es el resultado de dividir el total de horas trabajadas con el total del número de paradas. Se dice que este indicador depende de la calidad de diseño, componentes y funcionamiento de su casa matriz de producción, por la cantidad y dificultad de trabajo al que son sometidos.

MTTR, cuantifica en promedio el tiempo que se utiliza para la solución del problema mecánico que presenta una determinada máquina. Se calcula dividiendo el total de horas que se usaron para reparar y el número total de paradas. “Nos permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución [...]” (García, 2010, p.259).

El primer pilar nos habla sobre la aplicación de la metodología de las 5S, a continuación, se detalla lo que significa cada una de ellas.

“Seiri, significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar nuestra labor. [...]” (Olivares y González, 2014, p.119). Se puede traducir como la búsqueda de lo que es útil y lo que no lo es para determinada actividad o procedimiento a realizar; de esta manera se retira lo que no será utilizado. Se le conoce como organización o clasificación.

Seiton significa “Organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se puedan encontrar con facilidad. Para esto se ha de definir el lugar de ubicación [...]” (Rajadell y Sánchez, 2010, p.54).

Seiso, “[...] significa limpiar el entorno de trabajo, para asegurar que todo permanezca limpio. [...] las maquinas, equipos, herramientas e incluso los pisos y las paredes de las áreas de trabajo, que se estén utilizando durante la operación diaria. [...]” (Suárez, 2007, p.135).

Seiketsu, “[...], permite estandarizar las normas generadas por los equipos” (J. Aldavert, Vidal, Antonio y X. Adalvert, 2016, párr. 5). La literatura sustenta que para su éxito las tres primeras eses deben de haberse implementado correctamente.

Shitsuke, “[...] o la disciplina, [...], ha de ser asumida por todos los trabajadores, pero inspirada desde los jefes inmediatos. [...] se han de convertir en un hábito para los operarios, [...]” (González, Domingo y Sebastián, 2013, párr. 6).

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada puesto que se usó la metodología creada en Japón por la empresa Toyota, para tratar de mejorar la operatividad de la maquinaria pesada que posee una empresa específica. “El estudio aplicado se utiliza cuando el investigador se propone aplicar el conocimiento para resolver problemas de cuya solución depende el beneficio de individuos o comunidades mediante la práctica de alguna técnica particular. [...]” (Landeau, 2007, p.55).

Debido a que existe una coherencia y cohesión con la realidad problemática, las preguntas de investigación y los objetivos, y además existen hipótesis, la presente investigación es no experimental-transversal descriptiva y con enfoque cuantitativo, en primer lugar, porque la recolección de información se suscita en tiempos únicos y en segundo lugar porque no existe ningún manejo deliberado de las variables. Este tipo de diseños “[...] tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables. [...]” (Toro y Parra, 2006, p.158).

2.2 Identificación y operacionalización de variables

Operacionalizar una variable es la “[...] definición de esta variable (conceptualización) y elección del sistema de cuantificación a que será sometida para evaluar su impacto en el problema de estudio” (Hernández-Chavarría, 2002, p.260).

2.2.1 Variable Independiente

Proposición de puesta en marcha de un programa de mantenimiento con metodología TPM

2.2.2 Variable dependiente

Operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA

2.2.3 Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables de investigación

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicador
VI: Proposición de puesta en marcha de un programa de mantenimiento con metodología TPM	Es el conjunto de actividades programas y continuas cuyo objetivo es garantizar correcto funcionamiento operativo de la maquinaria pesada según el tiempo de vida que su casa matriz ha dispuesto.	Proceso de diseño de un Plan de Mantenimiento basado en el enfoque TPM.	<ul style="list-style-type: none"> - Estado de maquinaria pesada: Muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo. - Disponibilidad de la maquinaria pesada: Siempre, a veces, nunca. - Cumplimiento de las fechas establecidas de los proyectos u obras ejecutadas: Si, No. - Cero costos adicionales: si, No. - Estado de Seguridad y salud en el trabajo: Optimo, adecuado, deficiente. - Numero de fallas: día, semana, mes, obra. - Número de paradas imprevistas: día, semana, mes, obras
VD: Operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA	Planear o ajustar actividades que logren que la maquinaria pesada funcione eficientemente con la finalidad de aprovechar sus cualidades a lo largo de su vida útil.	Monitoreo y control del porcentaje de disponibilidad y eficiencia de la maquinaria pesada de la empresa CASA	<ul style="list-style-type: none"> - Horas trabajadas - Tiempo medio entre paradas - Disponibilidad mecánica

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población y muestra

La población consta de 36 unidades pesadas entre camiones volquetes, cisternas, excavadora, rodillos, motoniveladoras, planta de asfalto móvil, etc. Asimismo, involucra a los 72 colaboradores de la empresa.

La muestra está constituida de 18 unidades pesadas, las cuales fueron escogidas según el nivel de criticidad que presentan. De igual forma involucra a 13 colaboradores que laboran en el área de mantenimiento por ser ellos los responsables directos de la operatividad de las máquinas.

Es decir, se ha realizado un muestreo no probabilístico por conveniencia. “En él, las unidades muestrales no se seleccionan al azar, sino que son elegidas por las personas. [...]” (Grande y Abascal, 2009, p.256).

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas e instrumentos

2.4.1.1 Entrevistas:

Esta técnica se basó en la obtención de aserciones o testimonios, juicios, experiencias referentes a la condición operativa actual de la maquinaria pesada, a como se está desarrollando el plan de mantenimiento correctivo que ellos ejecutan. Para tales acciones se solicitó permiso al gerente territorial de la empresa. El orden de entrevistas al personal profesional-operativo fue el siguiente: Jefe de Equipos, supervisores de taller, asistente de equipos, mecánicos líderes, mecánicos, ayudantes de mecánicos y operarios. Dichas respuestas se cualificaron de la siguiente manera:

2.4.1.2 Encuesta:

Se aplicó con la finalidad de rescatar de manera tangible información puntual sobre los procedimientos que realizan durante el mantenimiento correctivo, de esta forma se complementa la data con lo obtenido en las entrevistas. Se diseñó un cuestionario pensado en recabar información precisa que ayudó al logro de los objetivos específicos propuestos en la investigación. La encuesta estuvo conformada por un total de 40 preguntas

repartidas entre la forma de cómo se estructuraba, se programaba y se realizaba el mantenimiento. Un grupo de preguntas estaban dirigidas hacia obtener información referente a qué tipo de competencias y capacidades presentaban los colaboradores de esta área. Otro grupo estaba referido a los conocimientos y prácticas de la seguridad y salud en el trabajo.

2.5 Procedimiento

En primer lugar, se hace referencia a las condiciones de seguridad y salud en el trabajo para la ejecución de las actividades que demande el proceso correctivo de una falla mecánica: Según la observación directa y de análisis de documentos administrativos o de gestión, se pudo comprobar que el total del área no presenta las señalizaciones establecidas por SUNAFIL, existen depósitos de líquidos altamente inflamables, los colaboradores tienen que de ir de un lugar a otro para recurrir a una determinada herramienta; lo que condiciona a cada uno de los colaboradores a estar constantemente expuestos a condiciones de peligros y riesgos.

En segundo lugar, se hace mención sobre el orden: se pudo visualizar a través de la observación directa que existe una mala disposición de cada uno de los elementos necesarios para la ejecución del mantenimiento correctivo; asimismo, no se evidenció ningún tipo de catalogación de los elementos.

En tercer lugar, se hace mención sobre los instrumentos estadísticos de gestión: No se ha encontrado un check list exclusivo para la limpieza de la maquinaria, con el fin de encontrar si una de ellas se encuentra en condiciones de fuga de aceite, diésel, de líquidos hidráulicos, etcétera.

2.6 Método de análisis de datos.

Para la realización del análisis de datos fue utilizado el software Microsoft office WORD, en él se llevó a cabo el ordenamiento, clasificación y procesamiento de los datos e información excluyente de la investigación; materializándose con la construcción de datos estadísticos por frecuencia y porcentajes. (Tablas)

2.7 Aspectos éticos

En la presente tesis se buscó siempre el beneficio común para ambas partes: la empresa y el tesista, esta acción se basó en la práctica de ciertos principios o valores morales. Uno de ellos fue el constante respeto por las autoridades máximas de la empresa, para toda visita al taller de mantenimiento, previamente se envió una solicitud de permiso. El trato con los mandos administrativos, operativos y los colaboradores de último rango siempre fue cordial y al mismo nivel de aceptación de sus ideas.

Nunca se manipuló la información obtenida para tratar de direccionar los resultados de la misma. Desde el inicio del proceso de recolección de información se cuidó cada uno de los materiales e insumos que se encontraban dentro del área de mantenimiento. Nunca se dejó basura por los pasillos de dicha área.

III. RESULTADOS

3.1 OBJETIVO N°1: Realizar la evaluación del plan de mantenimiento correctivo que ejecuta actualmente para su maquinaria pesada la empresa CASA

3.1.1 Ficha completa de la empresa

a) Ciudad de origen:

b) Ciudad de ejecución de Operaciones:

c) Razón Social

d) Dirección física-legal:

e) Tipo de empresa:

f) Ruc:

g) Dirección web:

h) Actividad empresarial:

3.1.2 Situación y particularidad de la gestión de mantenimiento actual de la empresa CASA.

Actualmente esta organización se encuentra ejecutando un plan de mantenimiento correctivo, con la idea errónea de su gerencia, que a través de ello se están ahorrando costos. Dicho plan no se encuentra informatizado con lo que no se genera un estudio estadístico dinámico a través de reportes precisos de cada una de las reparaciones; todas las actividades de mantenimiento correctivo las anotan en sus cuadernos cada uno de los jefes encargados. Bajo esta práctica no se elabora un buen control de costos e incidencias, y mucho menos se puede realizar un análisis de criticidad, disponibilidad y eficiencia operativa de cada una de las máquinas.

No existe un área de logística de insumos y repuestos, debido a que se compran una vez evaluada la maquinaria afectada, dichos repuestos llegan después de 15 a 20 días calendarios luego de ejecutada la orden de compra. Bajo este paradigma la maquinaria afectada se queda varada en el área de mantenimiento durante todos los días que dura la llegada de los repuestos y los días que demanda el mantenimiento.

Los colaboradores mecánicos no cuentan con capacitaciones mecánicas, eléctricas, electrónicas, de calibración, neumática, hidráulica, manejo de software scanner, ingles; incapacitándolos de realizar cada uno de los procedimientos de manera eficiente y eficaz, y de estar a la vanguardia de los conocimientos operativos que la gestión del mantenimiento de la moderna maquinaria pesada actual demanda.

La gerencia no tiene ningún plan de capacitación mensual o anual para sus colaboradores mecánicos, debido a que para ellos es significados de costos adicionales innecesarios, pues creen que en sus institutos y universidades de origen lo aprendieron todo. Para ellos son sus colaboradores quienes deben capacitarse de manera externa, de esta manera la empresa no incurre en gastos de capacitación personal.

No existen evaluaciones de conocimientos de operación, de traducción de indicaciones en inglés, de utilización y manejo de software de identificación de fallas o elemento constitutivo de la maquinaria que este fallando.

Existen manuales otorgados por el fabricante, en él se indican en inglés todos los procedimientos que se han de realizar para la ejecución de las actividades de mantenimiento según su casa matriz.

Metafórica y antagónicamente a sus políticas de capacitación personal, la empresa cuenta con un buen número de herramientas y de la más alta calidad, apropiados para el mantenimiento correctivo de su maquinaria pesada. Posiblemente esta ‘política’ pueda hacer pensar que la empresa CASA, se encuentra mínimamente dispuesta a querer implementar algún otro tipo de mantenimiento capaz de mejorar operativamente su maquinaria pesada y reducir costos por mantenimientos correctivos y falta de operatividad de las mismas.

En referencia al manejo ambiental, no se realiza ningún procedimiento pro ambientalista y mucho menos se ciñen a algún sistema de gestión ambiental; los residuos sólidos no tienen una correcta disposición final, y los residuos líquidos peligrosos no son sometidos a ninguna metodología de tratamiento ambiental, son depositados al sistema de desagüe, ocasionando una contaminación ambiental muy alta e irreversible.

Los colaboradores no cuentan con EPPS, hay demasiados objetos tirados en el piso, que obstruyen el libre caminar de los colaboradores dentro de esta área, hay muchos desniveles; todo esto hace que cada uno de ellos, se encuentren expuestos a peligros y riesgos de seguridad ocupacional.

Para el logro de este objetivo se utilizó la observación directa de las instalaciones del área de mantenimiento de la empresa CASA, de cada uno de los procedimientos para la ejecución de las actividades del mismo; la verificación de existencia de algún sistema de gestión indicado para tales actividades desarrolladas.

Adicionalmente se detallan gráficamente los datos resultantes de la aplicación de la encuesta aplicada a los colaboradores a través de una tabla, la misma que nos muestra numéricamente el análisis de la situación y particularidad en que se encontró el área de mantenimiento de la empresa CASA en relación a sus políticas de gestión de mantenimiento antes de la propuesta del plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM.

Tabla 2. *Data resultante de la aplicación de las encuestas a los colaboradores del área de mantenimiento de la empresa CASA.*

COLABORADOR	ASPECTOS EVALUADOS				
	EM	PM	RM	C-C	SST
JEFE DE EQUIPO	4.6	4.2	3.8	4.4	3.6
SUPERVISOR DE TALLER	4.1	4.8	3.6	4.6	3.2
ASISTENTE DE EQUIPO	3.6	4.0	3.8	4.2	3.0
MECANICO LIDER	3.8	3.6	3.4	4.8	3.2
MECANICO	4.4	4.2	4.0	4.2	3.8
AYUDANTE DE MECANICO	3.4	3.8	4.0	4.0	3.4
PROMEDIO	3.9	4.1	3.8	4.4	3.4

Fuente: Elaboración propia

Para poder interpretar y valorar cualitativamente los resultados obtenidos sobre el análisis de la situación y particularidad del área de mantenimiento de la empresa CASA en relación a sus directrices de Gestión de Mantenimiento se elaboró una valuación cualitativa; la misma que se detalla a continuación:

Tabla 3. *Nominación cualitativa y valuación numérica de la evaluación del mantenimiento*

NOMINACIÓN CUALITATIVA	VALUACIÓN NUMÉRICA	PORCENTAJE
Excelente	10	100%
Muy bueno	8	80%
Bueno	6	60%
Regular	4	40%
Malo	2	20%
Muy malo	0	0%

Fuente: Elaboración propia

3.2 OBJETIVO N°2: Realizar la identificación de las causas que reducen la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA

Cuando se habla de reducción de operatividad de la maquinaria pesada se está haciendo referencia a las fallas y como consecuencias de estas, a las paradas imprevistas durante la ejecución de una obra. Existen múltiples causas que luego conlleva a la parada imprevista de una maquina: falla de diseño, falla humana (existen muchos ítems para este tipo de falla), terreno en donde se ejecuta la obra. Para el logro de este objetivo específico se utilizó el análisis FODA.

A. FORTALEZAS

- La gerencia general está dispuesta a direccionar un costo adicional para la capacitación técnica y profesional de todos los colaboradores del área de mantenimiento.
- Los colaboradores presentan una alta disposición para ser capacitados técnica y profesionalmente.
- Los colaboradores se sienten identificados con la empresa

B. OPORTUNIDADES

- El área de mantenimiento es amplia y no existiría ningún problema redistribuir y rediseñar cada uno de sus espacios pensando en la mejora continua.
- Parte de sus colaboradores del área de mantenimiento se encuentran especializándose en temas de gestión de la calidad y gestión de la seguridad y salud en el trabajo; conocimientos de gestión que pueden ser volcados para su beneficio institucional.
- Existen equipos informáticos que pueden ayudar fácilmente a informatizar la data diaria, semanal, mensual y anual, de cada una de las actividades de mantenimiento realizadas.

C. DEBILIDADES

- Falta de una subárea de logística para el tratamiento oportuno de las órdenes de compra de repuestos.
- Falta de empatía y comunicación a todo nivel lo que imposibilita un ambiente laboral socializador.
- Herramientas no se encuentran clasificadas y bien organizadas.
- Falta de instrumentos de gestión obligatorios y de mejora continua.
- Falta de informatización de las distintas actividades ejecutadas durante el día, la semana, el mes y el año.
- Falta de capacitación técnica: mecánica, electrónica industrial, electricidad industrial, electrotecnia industrial.

D. AMENAZAS

- Imposición de sanciones económicas y legales por la falta de un SGSST.
- Alta exposición de sus colaboradores del área de mantenimiento de sufrir accidentes e incidentes laborales.
- Tendencia alta de gastos económicos para la corrección de algún desperfecto de la maquinaria pesada.
- Tendencia alta hacia la inoperatividad constante de su maquinaria pesada.
- Las zonas de trabajo son trochas en muy mal estado, de acceso muy complicado y con condiciones climáticas muy severas.

Durante el desarrollo de la investigación se obtuvo el siguiente listado de fallas más comunes que presentan la maquinaria pesada de la empresa CASA.

Tabla 4. *Fallas comunes en la maquinaria pesada*

LISTADO DE FALLAS
1. Rotura de neumáticos del camión imprimador
2. Mal funcionamiento de la rótula de dirección
3. Consumo de aceite de las coronas
4. Fuga de aceite de los motores
5. Fuga de aire por la válvula de distribución del carburador
6. Se queman los faros delanteros y posteriores
9. Mal funcionamiento del pin de carter de muelle parte de la carreta
10. Mal funcionamiento del módulo de caja de cambios
11. Mal funcionamiento de las baterías
12. Fuga de refrigerante
13. Rotura del cable de enganche de caja de cambios
14. Problemas constantes en las mangueras de intercooler, admisión y turbo.
15. Deterioro de la hoja madre del muelle

Fuente: Elaboración propia

3.3 OBJETIVO N°3: Ejecutar la evaluación de operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA

Este objetivo es muy importante, pues según sus resultados, la empresa CASA podrá decidir de la mejor manera y establecer nuevas metas a lograr. Para la ejecución de la evaluación de la maquinaria pesada de la empresa CASA, se utilizaron tres índices de clase mundial de la administración moderna del mantenimiento de equipos pesados: TMEP, TMPR Y DM.

Existen muchos indicadores para medir la operatividad de las maquinas que se utilizan para alguna cadena productiva o de servicios. Sin embargo algunos de ellos, tanto de manera individual y grupal, son los indicados para ciertos tipos de empresas. Por ejemplo el OEE donde interactúan los sub-indicadores de utilización, rendimiento y calidad, no se puede aplicar en la empresa CASA, pues su producto final se va evaluando y mejorando en el camino, porque es uno solo. Esta técnica de evaluación sirve para empresas de producción a gran escala.

Es por ello que para la evaluación de la maquinaria pesada que utiliza CASA para la ejecución de sus actividades de una obra, se utilizaron tres indicadores de clase mundial, cuyas formulas ya se encuentran establecidas: el TMEP (tiempo medio entre paradas), el TMPR (tiempo medio para reparar), y la DM (disponibilidad mecánica). El TMEP, se obtiene de dividir el número de horas trabajadas entre el número de paradas. El TMPR, se obtiene de dividir número de horas para reparar entre el número de paradas

Para el cálculo de cada uno de los sub- indicadores (horas trabajadas, horas en reparación, número de paradas) se utilizó la información brindada por el área de mantenimiento de la empresa CASA. Dicha información se encontraba plasmada en los cuadernos que ellos usan para llevar el control de mantenimiento de cada una de sus unidades.

Tabla 5. Disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa CASA antes de la aplicación de TPM

EQUIPO	HS TRABAJADAS	HS EN REPARACION	NUM DE PARADAS	TMEP	TMPR	DM
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	446	80	3	148.6	26.6	84.8%
CARGADOR FRONTAL	440	79	4	110	19.75	84.7%
RODILLO BERMERO	420	87	3	140	29	82.8%
RODILLO NEUMATICO	426	79	4	106.5	19.75	84.3%
RODILLO LISO	419	81	3	139.6	27	83.7%
MOTONIVELADORA	423	84	4	105.75	21	83.4%
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS	616	96	6	102.6	16	86.5%
CAMION VOLQUETE A	428	79	3	142.6	26.3	84.4%
CAMION VOLQUETE B	434	86	3	144.6	28.6	83.4%
CAMION VOLQUETE C	421	73	4	105.2	18.25	85.2%
CAMION VOLQUETE D	410	82	3	136.6	27.3	83.3%
CAMION VOLQUETE E	408	77	4	102	19.25	84.1%

CAMION CISTERNA	250	39	1	250	39	86.5%
TRACTO REMOLCADOR	508	92	4	127	23	84.6%
CISTERNA SEMIREMOLQUE	224	36	1	224	36	86.1%
CAMION LUBRICADOR	581	88	5	116.2	17.6	86.8%
CAMION BARANDA	542	83	4	135.5	20.75	86.7%
ESPARCIDORA DE ASFALTO	432	114	3	144	38	79.1 %
TANQUE DE EMULSION	521	79	3	173.6	26.3	86.8%
PROMEDIO DE DISPONIBILIDAD ANTES DE TPM	8349	1514	65	128.44	23.29	84.65%

Fuente: Elaboración propia

Las cadenas de producción o de servicios de una empresa, siempre tienen una unidad mecánica a la que se le podría denominar: ESTRATEGICA, pues si ella falla, se detiene toda la cadena productiva o de servicio, además se genera un alto costo imprevisto en la programación inicial de la obra en ejecución. Para el tipo de obras que ejecuta la empresa CASA, la unidad mecánica “estratégica” es la ESPARCIDORA DE ASFALTO; y según los datos obtenidos ha trabajado 432 horas y ha permanecido 114 horas en reparación durante las 3 paradas imprevistas que ha sufrido; obteniendo como resultado el 79.1 % de disponibilidad mecánica (el más bajo de todas), lo que se traduce en costos operativos y de penalidades muy altos.

Sobre la DISPONIBILIDAD MECANICA, Zegarra (2016, p. 31), sostiene que “El valor recomendable de este indicador es alrededor del 90%”. Al realizar una comparación de lo que dice Zegarra con los resultados obtenidos en la **tabla 5** por cada una de la maquinaria pesadas de la empresa CASA, identificamos que ninguna de ellas se encuentra en el valor establecido de disponibilidad.

Sin embargo, la diferencia no es muy grande. En la actualidad, en donde la competencia es muy fuerte la empresa CASA, tampoco puede permitirse no estar a la vanguardia de lo que establecen como parámetros de calidad los indicadores mundiales de gestión de mantenimiento, y porque esos porcentajes restantes, representan costos extras a la programación de costos iniciales.

Estos resultados nos indican que la empresa CASA debe acoger la presente propuesta de implementación de un plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM en su área de mantenimiento, y desterrar el actual proceso de mantenimiento correctivo. Disminuir las paradas imprevistas y las horas de reparación, significa el aumento de la disponibilidad mecánica y la consistencia de los costos operativos iniciales, “[...], lo cual es posible con la mejora de los sistemas administrativos, los procedimientos, la selección, el entrenamiento, la motivación del personal, la calidad y dotación de herramientas, el equipo de diagnóstico, los sistemas de información de equipos [...]” (Alavedra et al., 2016, p.13).

Tabla 6. Disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa CASA luego de aplicado el enfoque TPM

EQUIPO	HS TRABAJADAS	HS EN REPARACION	NUM DE PARADAS	TMEP	TMPR	DM
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	486	40	2	243	20	92.3%
CARGADOR FRONTAL	480	39	3	160	13	92.4%
RODILLO BERMERO	470	27	2	235	13.5	94.5%
RODILLO NEUMATICO	476	29	3	158.6	9.66	94.2%
RODILLO LISO	449	51	2	224.5	25.5	89.8%
MOTONIVELADORA	463	44	3	154.33	14.66	91.32%
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS	646	66	5	129.2	13.2	90.7%
CAMION VOLQUETE A	466	41	2	233	20.5	91.9%
CAMION VOLQUETE B	464	56	2	232	28	89.23%
CAMION VOLQUETE C	461	43	3	156.66	14.33	91.61%
CAMION VOLQUETE D	450	42	2	225	21	91.46%
CAMION VOLQUETE E	453	32	3	151	10.66	93.4%

CAMION CISTERNA	275	19	1	275	19	93.5%
TRACTO REMOLCADOR	548	52	3	182.66	17.33	91.33%
CISTERNA SEMIREMOLQUE	239	21	1	239	21	91.92%
CAMION LUBRICADOR	621	48	4	155.25	12	93.94%
CAMION BARANDA	582	43	3	194	14.33	93.12%
ESPARCIDORA DE ASFALTO	502	44	2	251	22	91.94 %
TANQUE DE EMULSION	551	49	2	275.5	24.5	91.83%
PROMEDIO DE DISPONIBILIDAD ANTES DE TPM	9082	786	48	189.20	16.37	92.03%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6, se puede observar el aumento de la disponibilidad mecánica de la maquina principal y que detuvo las actividades de la obra en ejecución por 3 veces: ESPARCIDORA DE ASFALTO en un 12.84% y una parada menos. A nivel general, la disponibilidad mecánica de toda la maquinaria pesada se ha visto aumentado en un 7.38 %

3.4 OBJETIVO N°4: Diseñar el plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM para mejorar la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA

3.4.1 Diseño del plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM

El plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM propuesto para el área de mantenimiento de la empresa CASA, está orientado a la mejora de la operatividad de su maquinaria pesada.

Tabla 7. Listado de Maquinaria pesada de la empresa CASA

PLACA	AÑO FAB	MAQUINA	CHASIS			MOTOR			P
			MARCA	MODELO	SERIE	MARCA	MODELO	SERIE	
2284	2007	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	DOOSAN	SOLAR 340 LC-V	DHKHELW0E80002284	DOOSAN	DE12TIS	_____	195 KW
O218	2014	CARGADOR FRONTAL	DOOSAN	DL250A	DWGCWLBACE1010218	DOOSAN	D1146T	DE08-MAL00	127KW
O496	2016	RODILLO BERMERO	AMMANN	ARX26	6150496	YANMAR	3KNPA	O57424	_____
O560	2008	RODILLO NEUMATICO	CATERPILAR	PS360C	CATFS36BCPJFG8568	CAT	3054C	G4D34545	_____
1261	2016	RODILLO LISO	BOMAG	BW216D-40	101583391261	DEUTZ AG	BF4M1013EC	11850440	114KW
1603	2008	MOTONIVELADORA	CATERPILAR	140H	CAT0140HHXZH01603	CAT	3306 DI	10Z51996	_____
1718	2013	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS	VOGELE	SUPER 800	O7901718	DEUTZ	_____	_____	_____
DTX-941	2012	CAMION VOLQUETE A	MERCEDES BENZ	ACTROS 3344K 6X4 (15m3)	WD3KHAAA5DL721301	MERCEDES BENZ	OM-501-LA	541946C0870090	320@1800

A6O-911	2008	CAMION VOLQUETE B	MERCEDES BENZ	ACTROS 3344K 6X4 (15m3)	WD3KHAAA4EL802839	MERCEDES BENZ	OM-501-LA	541946C0913277	320@1800
F9W-865	2013	CAMION VOLQUETE C	MERCEDES BENZ	ACTROS 3344K 6X4 (15m3)	WD3KHAAA8EL807042	MERCEDES BENZ	OM-501-LA	541974C0916504	300@1800
F9W-870	2013	CAMION VOLQUETE D	MERCEDES BENZ	ACTROS 3344K 6X4 (15m3)	WD3KHAAA1EL790763	MERCEDES BENZ	OM-501-LA	541946C0907967	3000@1800
AJR-847	2013	CAMION VOLQUETE E	MERCEDES BENZ	ACTROS 3344K 6X4 (15m3)	WD3KHAAA2EL771297	MERCEDES BENZ	OM-501-LA	541946C0896926	300@1800
D7V-865	2012	CAMION CISTERNA	MERCEDES BENZ	ACTROS 3344K 6X4 (15m3)	WD3KHAAA8FL971778	MERCEDES BENZ	OM-501-LA	541974C0973157	300@1800
F2M-720	2008	TRACTO REMOLCADOR	FREIGHTLINER	FLD120	3AKJALCG48DZ68562	DETROIT DIESEL	_____	06R0982737	350@2100
B1L-984	2008	CISTERNA SEMIREMOLQUE	ACS	R5ACS	8T9339NSE81YP6073	_____	_____	_____	_____
A8H-896	2009	CAMION LUBRICADOR	MERCEDES BENZ	915C/37	9BM979046AB692633	MERCEDES BENZ		904970U0859562	110@2200
A9W-900	2010	CAMION BARANDA	VOLKSWAGEN	9.150	9533D52R2AR036873	BMW		E1T161630	107@2600
BRE-456	2014	ESPARCIDORA DE ASFALTO	CATERPILAR	AP800C	KJKLJ656523268	CAT	_____	_____	52KW
A9J-987	2007	TANQUE DE EMULSION	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Fuente: Empresa CASA SAC

1. Objetivos y finalidades del Plan de Mantenimiento Total

Con el presente plan de mantenimiento total se busca conseguir cumplir con los siguientes objetivos:

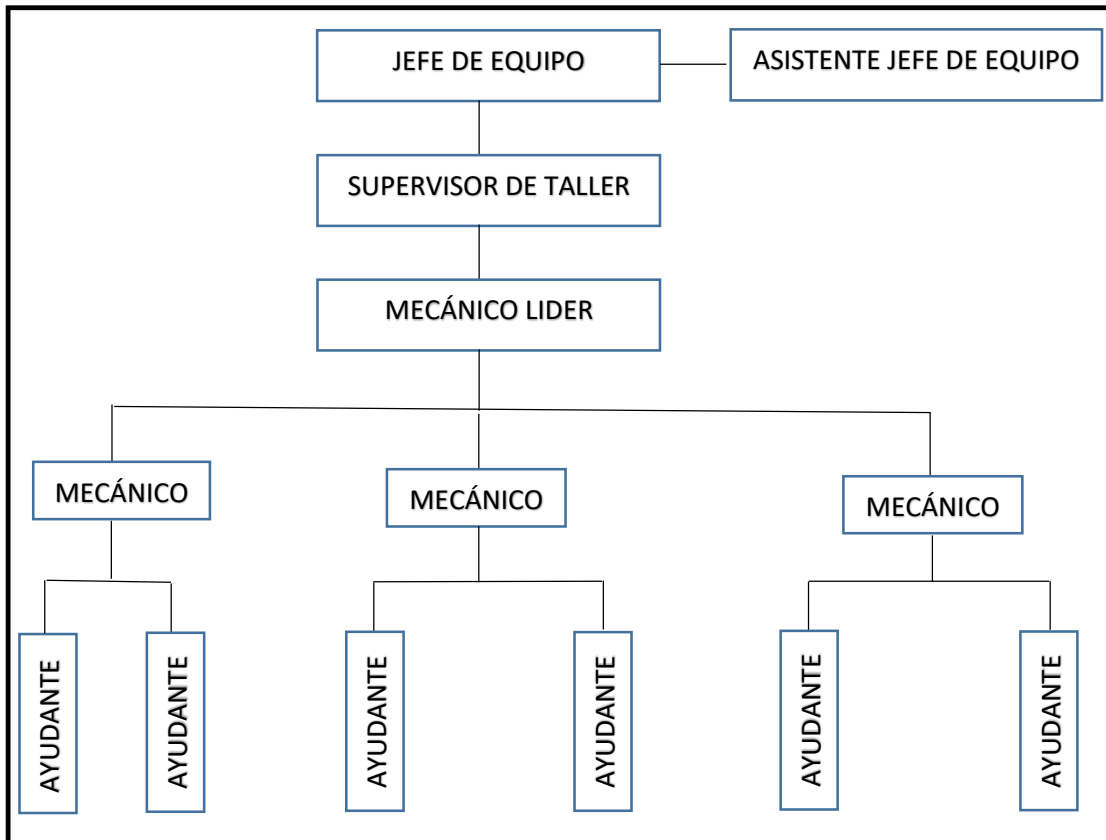
- Situar a la empresa como un ente altamente confiable en el cumplimiento de los tiempos establecidos en los proyectos que es requerida.
- Reducir al mínimo los costos por paradas imprevistas y no programadas
- Cumplir con los tiempos estipulados para la culminación de una obra, evistando así costos por penalidades por incumplimiento de entrega de las mismas.
- Intentar tener “CERO” fallas y averías en cada una de la maquinaria pesada propiedad de la empresa.
- Implantar una cultura de mejora continua en cada uno de los colaboradores dcel area de mantenimiento a través del orden, limpieza, clasificacion, estandarización de procedimientos.

Las finalidades que se buscan conseguir con el plan de mantenimiento total son las siguientes:

- Mantener de manera constante la disponibilidad mecánica y eficiencia de operación de cada una de las máquinas de la empresa.
- Seguir religiosamente cada una de las indicaciones del fabricante, tanto en el procedimiento del proceso de mantenimiento como en la forma de operar de cada una de ellas
- Potenciar de manera periódica las competencias y capacidades de cada uno de los colaboradores del área de mantenimiento, tanto en los conocimeintos mecanicos-elctricos, como en los conocimientos de sistemas de gestión para realizar cada una de las actividades con la mas alta calidad operativa.
- Cumplir con las disposiciones legales en referencia a los SGA Y SGSST, dentro del área de mantenimiento.

2. Organización jerárquica del área de mantenimiento

Figura 1. Organigrama área de mantenimiento de la empresa CASA



Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Metodo para la implementación del enfoque TPM en el área de mantenimiento de la empresa CASA

Surge la pregunta: ¿Por qué y para qué implementar TPM en el área de mantenimiento?. En primer se puede decir: *Empresa que hoy no se alinea a las tecnologías, herramientas o metodologías modernas demandantes en cada uno de sus procesos productivos, está destinada al fracaso a mediano corto o mediano plazo*; en segundo lugar TPM permite orientar las áreas de mantenimiento industrial hacia el cumplimiento de ciertos indicadores de la gestión de la calidad a través de la mejora continua; y todo esto se refleja en un producto terminado de alta calidad a menor costo operativo posible.

Para que se de una excelente implementación de una propuesta de un plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM se ha de seguir ciertos procedimientos:

Procedimiento 1: Determinación de emplear y aplicar TPM

En la actualidad el éxito, sostenibilidad y competitividad de una empresa se basa en el accionar de cada uno de sus colaboradores que la componen, desde el de mas mínimo rango hasta el escalofón mas alto; y de la relación humana que se desarrolle entre ellos. Sin embargo tambien es cierto que la jerarquización que existe dentro de ella permite dividir y desarrollar funciones especificas y especializadas. Es por ello que en toda empresa, las decisiones estrategicas las toma la alta gerencia, en función a las necesidades que sus colaboradores expresan.

Bajo esta premisa implantar TPM en la empresa CASA es responsabilidad de la alta gerencia, pues son ellos los que permitiran y aprobaran, el uso y destino de recursos financieros y humanos para dicho proceso de implantación. Asimismo, la gerencia ha de comprometerse al sostenimiento en el tiempo de esta implantación.

Procedimiento 2: Dar a conocer la decisión de implementación de TPM a los colaboradores adscritos al área de mantenimiento.

La comunicación asertiva y proactiva son ejes determinantes a la hora de comunicar a los colaboradores ciertos cambios que se van a implementar en su área de trabajo. Por eso, es muy importante que la alta gerencia comunique a sus colaboradores que estos cambios los deben de tomar como la oportunidad para que ellos se encuentren capacitados y entrenados con los estandares mas altos de calidad operativa, y que hará de ellos humanos con un alto valor agregado; y además, que podran realizar cada una de sus actividades en ambientes limpios, ordenados y que les asegura una exposición minima a incidentes y accidentes que puedan poner en riesgo sus vidas y el bienestar de sus familiares. Y que en conjunto, mejorará la empresa en relación directa con el mejoramiento de ellos.

Al mismo tiempo se introducirá a cada uno de los colaboradores que es TPM, cuales son sus ventajas, que procedimientos se siguen en su implantación, que papel juegan ellos en dicho proceso. Y por último que MISIÓN y VISIÓN desean desarrollar con la implementación de TPM.

Procedimiento 3: Definición de los objetivos y directivas básicas del TPM

La literatura nos dice que existen ciertas condiciones y metodologías que TPM exige para que su implantación tenga los existos esperados, entre ellas tenemos:

- ❖ Implementar el primer pilar: Las 5S
- ❖ Diseñar un plan de mantenimiento autonomo: segundo pilar
- ❖ Diseñar el plan de mantenimiento planificado: tercer pilar
- ❖ Definir planes de avance continuos, planes de seguridad y salud ocupacional, planes de gestión de residuos sólidos y líquidos producidos por las actividades ejecutadas; todos ellos como estructura integral de la implantación TPM.

Dentro de las directivas o directrices políticas estratégicas para poder ejecutar y aplicar la implantación de TPM en el área de mantenimiento tenemos:

- ✓ Brindar condiciones de trabajo seguro a los colaboradores, para protegerlos de accidentes laborales.
- ✓ Definir, organizar, clasificar las distintas funciones y responsabilidades de cada uno de los colaboradores, así como la evaluación de las mismas a través de indicadores de calidad.

Procedimiento 4: Diseño del plan maestro

Todo plan maestro ha de diseñarse en relación directa con los objetivos que se buscan cumplir al aplicar TPM. Para el cumplimiento del presente diseño se ejecutaran las siguientes acciones:

- Ejecución de la limpieza de toda el área de mantenimiento, poner en orden y de manera clasificada cada una de las herramientas que se utilizan, estandarizar ciertos procedimientos.
- Ejecución del plan de mantenimiento autonomo, a traves de la realización del mantenimiento preventivo por parte de cada colaborador en su área especifica.

- Realización del plan de mantenimiento planificado, el cual debe estar directamente condicionado a las especificaciones de procedimientos de función y operación que las casas matrices indican, en función a las competencias y habilidades mecánicas operativas del colaborador específico.
- Ejecución de capacitaciones programadas con la finalidad de desarrollar y potenciar según sea el caso las competencias, capacidades y habilidades de cada uno de los colaboradores adscritos al área de mantenimiento, sin distinción alguna.
- Cumplimiento de las normas legales peruanas e internacionales en materia de seguridad y salud en el trabajo; seguridad y salud ocupacional; protección y cuidado del medio ambiente a través de programas de gestión de residuos generados, tanto en su generación como en deposición final.

Procedimiento 5: Dar inicio formal del programa de implantación de TPM

Toda idea o proyecto de mejora que presente cualquier colaborador de una empresa para su implantación ha de tener sustento formal de la misma. Bajo esta aseveración, la gerencia de la empresa CASA, ha de realizar una ceremonia institucional en donde se indique que la implantación del plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM, queda formalmente establecida. En la misma deben asistir cada uno de los colaboradores que trabajan en la empresa, tanto los de mantenimiento como los de las otras áreas.

3.4.3 Desarrollo del plan de mantenimiento TPM

1. Implantación de las 5S

a. Seiri (clasificación)

La implantación de esta “S”, busca cumplir el siguiente objetivo general: Agrupar por uso, necesidad y nominación las herramientas, repuestos y otros elementos necesarios para la ejecución con calidad de cada una de las actividades del mantenimiento; de tal manera de cumplir con otros objetivos como son: Identificar aquellos elementos útiles y no útiles para la ejecución de actividades de mantenimiento, lo cual produce la reducción del requerimiento de espacio para almacenamiento y stock innecesario; desarrollar en cada uno de los colaboradores del área habilidades, capacidades y

competencias de clasificación de elementos necesarios para el desarrollo de sus operaciones.

b. Seiton (orden)

No solo basta con clasificar los elementos necesarios para la ejecución de una actividad de mantenimiento. Es por ello que esta “s” busca que el área de trabajo se encuentre lo más ordenado posible, para poder así, facilitar la realización de los procedimientos del proceso de mantenimiento de la maquinaria pesada, así como también la reducción del tiempo de reparación al encontrarse los insumos clasificados y ordenados (lo que permite su ubicación casi de forma automática). Para relacionar la clasificación y el orden de estos elementos, se ha de codificarlos. De igual forma se ha de elaborar un croquis de detalle, indicando en qué lado del área se puede encontrar o depositar un elemento necesario e innecesario respectivamente.

C. Seiso (limpieza)

La clasificación y el orden pueden perder su poder de ayuda a la gestión del mantenimiento, si el área y los elementos (en este caso también se incluye a la misma maquinaria pesada) que se usan para este proceso se encuentran en condiciones de suciedad. Por esta razón la tercera “S” tiene por objetivo, realizar la limpieza general y profunda tanto del área, equipos, herramientas; y de esta manera ayudar a la detección de las fallas de los ítems mencionados anteriormente. Todos estos procedimientos se han de documentar a través de informes, los mismos que han de ser informatizados, para poder ser utilizados en cualquier momento.

d. Seiketsu (estandarización)

Lo previamente logrado no se puede desintegrar. Esta cuarta “S”, solo puede ser implantada si las tres primeras lo están, para lo cual, un primer objetivo que establece es el de dar responsabilidades a ciertos colaboradores para que las implementaciones previas de mantenimiento sigan ejecutándose de manera correcta. El objetivo central es instaurar patrones de operación con la finalidad de fijar los mejores e idóneos procedimientos para soslayar la restitución de aquellos malos hábitos de trabajo operativo. Se busca posibilitar su uso, permitiendo que cada una de las otras áreas de la empresa disponga del instrumento de gestión de mantenimiento preventivo.

e. Shitsuke (disciplinar)

El colaborador en la actualidad para ser considerado un ente que le puede brindar valor agregado a la empresa, es aquel que cumple dos requisitos importantes: ha de ser altamente capacitado en funciones operativas y de gestión; y ha de predicar y practicar con una altísima disciplina laboral, específicamente esta “S” demanda que el colaborador ha de ser y mantener la disciplina constantemente; pues ello, le permitirá laborar en un área muy bien distribuida o clasificada, con un excelente orden y con pulcritud. El colaborador ha de realizar disciplinadamente las siguientes indicaciones antes, durante y después de finalizadas las actividades de mantenimiento:

- ✓ Bajo ningún mecanismo podrá empezar su labor diaria si el ambiente se encuentra sucio, desordenado; si no cuenta con su uniforme de labor correctamente aseado y, no lleva consigo puestos los implementos de SST (EPP's).
- ✓ Las actividades han de ejecutarse durante el día, deben estar establecidas en el instrumento de gestión de mantenimiento denominado: ORDEN DE TRABAJO, asimismo, deben realizarse manteniendo el orden y la limpieza; así como respetando las disposiciones sobre el manejo de residuos sólidos y líquidos.
- ✓ Después de finalizar los procedimientos propios del mantenimiento se ha de cotejar lo realizado con lo dispuesto en el instrumento de gestión aplicable al mismo; bajo ninguna condición se puede dar por concluida la labor si el área presenta desorden y suciedad.

2. Diseño del programa de mantenimiento autónomo

Este programa está enfocado directamente hacia el operador de la máquina, lo que indica o establece que dicho colaborador ha de tener conocimientos suficientes de los procedimientos de operación de la máquina establecidos por el fabricante y los indicados por el área de mantenimiento. El programa ha de ser lo bastante preciso y eficaz, de manera que el operador, instaura en su labor diaria, conocimientos sobre los controles rutinarios que se deben realizar previo uso operativo de la máquina encargada de operar, con el objetivo de que pueda detectar oportunamente fallas que pueden pasar desapercibidas, pero que en el tiempo suelen ser muy perjudiciales.

El MMA, para la maquinaria pesada se detalla a continuación y se ha de cumplir por parte de los colaboradores con una cabalidad perpetua:

a. Inspección previa por parte del operador de la máquina antes de que ésta ingrese a estado de funcionamiento.

El operador antes de poner en estado de funcionamiento a la máquina que utiliza para el desarrollo de sus actividades, debe de realizar las siguientes inspecciones:

- Verificar el nivel y estado del aceite según los estipulado por el fabricante o mecánico.
- Verificar que la máquina se encuentre totalmente limpia, para que puede observar si existe alguna fuga de aceite y de refrigerante; algún cable de corriente en mal estado.
- Verificar el estado de los neumáticos, de la corona, de los muelles, las mangueras hidráulicas, los controles de tablero, las palancas de acción, abrazaderas, radiador, carter, filtros, bandas de ventilador, pernos flojos, oxido, corrosión, etc, según sea el tipo de máquina que operan.

b. Ejecución de actividades de reparaciones elementales.

La metodología o enfoque TPM, busca involucrar a todos los colaboradores, y de entre ellos, también se encuentra el operador de la máquina; y en relación con la mejora continua, este operador ha de tener conocimientos elementales sobre mecánica diesel; y si no los tienen, la empresa ha de capacitarlos en los siguientes ítems:

- Conocimiento de cada tipo de sistema que componen y permiten el funcionamiento de una máquina: mecánico, hidráulico, eléctrico, electrónico.
- Guiar sus actividades de reparación básica o elemental, de acuerdo a los procedimientos establecidos por el área de mantenimiento. Es decir saber cuando y que componente se ha de cambiar o reparar.
- Para la ejecución de las actividades de reparaciones elementales, el operador debe disponer y tener obligatoriamente una caja de herramienta, la cual ha de incluir las necesarias.

3. Ejecución y etapas del mantenimiento planificado

La finalidad máxima de este tipo de mantenimiento es tener y mantener la disponibilidad mecánica de cada una de las maquinarias pesadas a su máximo indicador, a través del aumento de la eficiencia y eficacia de la máquina, elevación del nivel de confiabilidad, y la reducción a cero de las horas de reparación y el número de paradas. Este mantenimiento debe estar muy bien organizado y planificado, debe realizar un procedimiento de monitoreo y control diario de todas las actividades por las más mínimas que sean de cada una de las maquinarias pesadas; así como también de algún tipo de avería.

Este plan ha de estar relacionado directamente con otras áreas estratégicas que le permita y garantice su utilidad, entre las cuales destacan: el área de logística, de costos y presupuestos y de gerencia general.

Tienen que estar programadas en él, actividades referentes al cuidado de la integridad física de los colaboradores pertenecientes a esta área. Todo plan de mantenimiento no puede desarrollarse de manera paralela, sino que ha de seguir un conjunto de fases, las mismas que son de manera continuada en forma ascendente. Entre las fases que se han de desarrollar en este plan tenemos:

a. Inventariado estándar de la maquinaria pesada

Su finalidad es tener una correcta nominación de las máquinas para su mejor gestión individual. En él se realiza una caracterización detallada de cada una de las máquinas de la empresa mediante un formato único. El presente formato se detalla a continuación:

Tabla 8. *Formato de inventariado de maquinaria pesada de la empresa CASA*

Idcodigo	Idnombre	Idmarca	Idmodelo	Idserie

Fuente: Elaboración propia

b. Registro técnico

Su finalidad consiste en obtener un informe detallado de cada una de las máquinas en relación a sus componentes mecánicos, hidráulicos, eléctricos, electrónicos, y las partes de cada uno de ellos; lo cual va a permitirle al área de logística disponer rápidamente de la información de que tipo de repuesto se ha de disponer para cada uno de los mantenimientos planificados; evitando así un exceso de almacenaje y por consiguiente la eliminación de costos innecesarios.

c. Mantenimiento preventivo

Su fin máximo es el ratio: **CERO AVERÍAS O CERO FALLAS**, lo que se traduce en **“0” COSTOS EXTRAS**. Su elaboración, aprobación y ejecución se debe relacionar estrictamente en relación con el MOF que la casa matriz proporcionó, el informe detallado de la gestión del número de fallas y reparaciones y de las sugerencias del personal colaborador a cargo.

Debe ser monitoreado por el personal de mayor experiencia y ejecutado por los colaboradores capacitados. Su planeamiento se ha de regir por los siguientes parámetros:

- Condiciones de caminos recorridos: entre los cuales existen los de asfalto, y los de trochas carrozobales. Este parámetro establece que actividades han de ejecutarse durante el desarrollo o ejecución del mantenimiento.
- El consolidado de kilómetros recorridos y el número de horas de trabajo diario, semanal, mensual y anual.
- Consolidado de historial de problemas mecánicos-técnicos que ha presentado la máquina antes de ingresar al área de mantenimiento. En el se detalla el personal que lo ejecutó, los elementos que se arreglaron o reemplazaron, su nivel de eficiencia y eficacia.

En función a los parámetros antes mencionados se programarán las acciones o actividades que se han de ejecutar en cada una de las máquinas. El diseño de la matriz propuesta para este tipo de mantenimiento se detalla a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 9. *Matriz de mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada de la empresa CASA.*

<p align="center">PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</p> <p> Codigo de programa: Fecha de inicio : Fecha de culminación: Duración: Colaborador responsable: </p> <p align="center">Detalle</p>											
MAQUINA		INFORME MANT PREVIO		DETALLE DE TRABAJO DE MAQUINA			ACCIONES EJECUTADAS				RECOMENDACIONES
idcodigo	idnombre	Fallas	Acciones ejecutadas	Hs trab	Km recorr	Condición del camino recorrido	Mecanicas	Hidráulicas	Eléctricas	Electrónicas	

Fuente: Elaboración propia

d. Gestión de cadena de suministro

La gestión de la cadena de suministro para el área de mantenimiento tiene que estar ligada con el área de logística, presupuesto y gerencia general. Su actividad principal es la compra de repuestos, insumos de lubricación, refrigeración. Debe der estar informatizada para un mejor desempeño (menos stock y mas área de trabajo), y la rápida adquisición de los mismos. En la siguiente tabla se detalla la orden de suministro:

Tabla 10. *Matriz de orden de suministro*

ORDEN DE SUMINISTRO					
Número de orden:					
Fecha de orden:					
Área que solicita la orden:					
Fecha de cumplimiento de la orden:					
Detalle					
Código de repuesto o insumo	Nombre de repuesto o insumo	Marca de repuesto o insumo	Cantidad	Máquina a utilizar el repuesto o insumo	Falla asociada

Fuente: Elaboración propia

4. Inducción hacia la mejora de las competencias y capacidades relacionadas al mantenimiento.

Todos los colaboradores sin excepción alguna deben ser capacitados en relación a las nuevas tecnologías, procedimientos y metodologías del mantenimiento de calidad; producción esbelta o lean manufacturing, gestión de residuos y sgsst.

3.4.4 Funciones del TEAM del mantenimiento total

Las funciones del TEAM estan individualizadas según el nivel de responsabilidad que tiene cada colobarador del área de mantenimiento. El jefe de equipo tendrá la función de ser lider y desarrollar lo mejor de cada colaborador a su cargo, de firmar y gesttionar cada orden de suministro, de monitorear y evaluar los planes de mantenimiento preventivos programados y ejecutados, de recibir los repuestos e insumos solicitados; El supervisor de taller tendrá la función de verificar que dentro del área de trabajo se cumplan las dispociones dadas por el TPM: orden, limpieza, clasificación y estandarización, condiciones de seguridad establecidas, disposición correcta de los residuos generados por la actividad; el mecanico lider firmará la conformidad del trabajo de mantenimiento total realizado, guiará a su personal colobarador a cargo a realizar correctamente las actividades predispuestas en el plan de mantenimiento inicial y realizará la orden de suministro; los mecanicos ejecutaran las actividades de mamtenimiento; los ayudantes de mecanico, colaboraran con los mecánicos. Todos los integrantes del TEAM, frealizaran actividades pro cumplimiento de las indicaciones que el TPM ha propuesto. El operador de la maquinaria pesada ha de cumplir con lo estipulado en el plan de mantenimiento autónomo.

3.4.5 Metodología de realización del mantenimiento total

1. Complejidad del mantenimiento

En mantenimiento de maquinaria pesada, así como de otras máquinas complejas, se pueden realizar actividades según el nivel de complejidad de la falla o avería, y su ejecución las deben de realizar cierto tipo de colaborador.

- ✓ Mantenimiento con complejidad 1: este tipo de mantenimiento lo ha de realizar los ayudantes de mecánico; entre las actividades consideradas dentro de esta acepción se encuentran: La limpieza de la máquina, supervisión del nivel y estado del aceite, y el cambio si lo amerita, el engrase, detección de fugas de aceite y refrigerantes.

- ✓ Mantenimiento con complejidad 2: lo debe efectuar o ejecutar los mecánicos con experiencia y capacitados; dentro de estas actividades se encuentran: El afinamiento del motor, el cambio de magueras hidraulicas,

el cambio de frenos, el engrase de coronas, cambios de muelle, cambio de cables de corriente.

- ✓ Mantenimiento complejidad 3: lo debe efectuar o realizar los mecánicos líderes con capacitaciones de muy alta performance, entre estas actividades podemos mencionar a: la calibración de válvulas, mantenimiento en el sistema de inyección, escaneo de motor, mantenimiento de sistema de enfriamiento, mantenimiento de sistema hidráulico, mantenimiento de sistema de transmisión.

2. Asiduidad del mantenimiento preventivo

Este indicador hace referencia a cada que tiempo una máquina debe entrar a estado de mantenimiento preventivo. El mismo se debe establecer según las disposiciones y capacitaciones que brinda la casa matriz; y según las recomendaciones de los mecánicos líderes, supervisor de taller. Para el inicio del mismo se debe primero verificar las condiciones de seguridad de trabajo, y teniendo muy en cuenta la trazabilidad de mantenimiento de la máquina en cuestión, la misma que se visualiza en cada formato llenado desde la aplicación del TPM.

3.4.6 Mantenimiento total predictivo

Primero vamos a definirlo, según Olarte, Botero y Cañón (2010, p.224), es “[...] una serie de ensayos de carácter no destructivo orientados a realizar un seguimiento del funcionamiento de los equipos para detectar signos de advertencia que indiquen que alguna de sus partes no está trabajando de la manera correcta”. Se aconseja que este tipo de mantenimiento debe de hacerse con mas énfasis en aquellas máquinas consideradas como “INSUSTITUIBLES”, debido a que su inoperatividad se traduce en la parada de toda la cadena de producción o de servicio.

Como se dijo anteriormente, en la actualidad empresa que no se alinea a la demanda tecnológica y digital, se verá enfrascada en el problema de quedar muy relegada en comparación a su competencia directa y muy posiblemente tenga que desaparecer; ejemplos de ellas hay muchos. Razón por la cual la empresa CASA debe tener dentro de sus activos herramientas de última generación que le permitan realizar un mantenimiento

predictivo en todas sus máquinas. Este tipo de mantenimiento le permitirá a la empresa reducir notoriamente paradas y horas de reparación, y costos extras de mantenimiento o por pagos de penalidades contractuales. En función a la literatura presente, la empresa debe realizar las siguientes actividades:

1. Análisis de vibración

Con esta técnica se podrá identificar los componentes que presentan problemas que podrían producir las siguientes fallas o averías: una defectuosa alineación de cojinetes, un mal balance entre el centro de masa y el de rotación, daños que presentan los sistemas de rodamiento, alguna dificultad en todo tipo de bombas, mal funcionamiento del sistema de transmisión, existencia de algún elemento quebrado o con fisura y dificultades relacionadas en el mal funcionamiento del sistema eléctrico que forma parte de la composición del motor.

Esta actividad la ejecutará el mecánico que este capacitado para el manejo de la herramienta utilizada (analizador de vibraciones) y luego pueda realizar una interpretación y dar un dictamen específico de la falla o avería encontrada. Su frecuencia esta relacionada directamente con lo aconsejado por la casa matriz y la evaluación del mecánico.

2. Analisis de aceite

El aceite lubricador del motor juega un rol muy importante en la vida útil del mismo, razón por la cual debe estar en estado óptimo para que cumpla a cabalidad su función: evitar el rozamiento entre los componentes, evitando así que se generen desgaste en los mismos.

Los componentes a los que se les ha de prestar mayor atención por ser de estructura cerrada son: el motor, los de categoría hidráulica y el tren de potencia.

Para descubrir el nivel de desgaste que está presentando uno de los componentes arriba mencionados, se debe ejecutar de manera constante un análisis profundo del aceite; el objetivo de la realización de este estudio se basa en la identificación de la presencia de los siguientes serrines que contaminan a los componentes: H₂O, PB, CU, HOLLIN, HE, CR, AL, SN, SILICE; a través de las partículas por millón (ppm).

Esta actividad la debe realizar un mecanico especialista en la materia, para que pueda determinar la calidad del aceite, y establecer si se debe de cambiar o no; es necesario que este mecánico debe valorar también las indicaciones de la casa matriz tanto de la maquina como del productor de aceite.

3. Estructuración informatizada de la organización del mantenimiento predictivo

El objetivo de esta estructuración informatizada es poder disponer en tiempo real la información referente a las actividades predictivas que se ejecutaron en una determinada máquina, posibilitando tener un mejor control de su historial de mantenimiento. La importancia del mantenimiento predictivo se asocia a la programación exacta de los mantenimientos preventivos de una determinada máquina, reduciendo costos por mantenimientos correctivos. A continuación se detalla el formato que se debe utilizar.

Tabla 11. *Formato de mantenimiento predictivo*

Mantenimiento predictivo

Código:

Fecha inicio-finalización:

Duración:

Colaborador ejecutante:

Herramienta utilizada:

Num de orden de trabajo asociado:

Detalle del mantenimiento predictivo

MÁQUINA		ENSAYOS EJECUTADOS							ACCIONES A EJECUTAR
		ANÁLISIS DE VIBRACIÓN					ANÁLISIS DE ACEITE		
		Fallas encontradas							
CÓDIGO	CONDICIÓN	Mecánicas	Hidráulicas	Eléctricas	Rodamientos	Estructurales	PARTICULAS ENCONTRADAS	SITUACIÓN DE VISCOSIDAD	

Fuente: Elaboración propia

3.4.7 Sistema computacional de historial de mantenimiento

El uso de los sistemas de información para la gestión en una empresa en el siglo XXI se hace indispensable, pues permite obtener información al instante, hacer seguimientos de las operaciones, de los activos. Explicitamente un sistema de información para la gestión del mantenimiento debe estar diseñado en función a los distintos tipos de mantenimientos que se ejecutan en la empresa, tratando de concatenarlos a través de una base de datos y formularios, con la finalidad de que un tipo de mantenimiento específico pueda obtener información importante de otro mantenimiento (información integrada), y de esta manera poder ejecutar acciones en mejora de la operatividad de las máquinas.

El sistema por ejemplo debe de estar diseñado para emitir avisos sobre que máquina debe entrar a mantenimiento según lo programado, que unidad no ha ejecutado el mantenimiento según lo programado.

El sistema debe de contar con ventanas donde se indique detalladamente las acciones ejecutadas por cada máquina y por tipo de mantenimiento que ha sido sometida dicha máquina. En este detalle deben mostrarse que tipo de falla se presentó, que repuesto se usó, el costo total del mantenimiento, que se sugirió.

Un sistema de información para la gestión debe estar integrado con otras áreas pues su aislamiento lo convierte en un elemento no complementario para la empresa. Por eso se recomienda una interfaz gráfica en donde se puedan ejecutar ordenes de cadena de suministro (debe conectarse con el área de logística), para poder solicitar dicha orden en el mínimo tiempo y poder hacerle seguimiento.

IV. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo general: Proponer la implementación de un plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM para mejorar la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA; para el logro de este objetivo, primero se tuvo que cumplir con otros, denominados objetivos específicos.

En primer lugar se logró cumplir con el primero de los objetivos específicos: Realizar la evaluación del plan de mantenimiento correctivo que ejecuta actualmente para su maquinaria pesada la empresa CASA, gracias a ello se pudo determinar que:

Con los resultados obtenidos (tabla 2) en la encuesta se pudo determinar y ratificar, que la gestión del mantenimiento en la empresa CASA se sitúa en la nominación cualitativa de regular (con un promedio de 39%), con lo que se verifica que no se encuentra cumpliendo con los estándares internacionales en referencia a los sistemas de gestión de mantenimiento que buscan la calidad total en la actualidad.

Todo esto también se evidencia dado que el desarrollo competencial y de capacidades también se encuentra con valoración regular (38%), y en referencia a la seguridad y salud en el trabajo presenta una nominación regular, pero con tendencia hacia la nominación de mala (34%). Estas razones indican que se ha de mejorar notoriamente para que mínimamente la empresa CASA se sitúe en nominación muy bueno en gestión del mantenimiento.

En segundo lugar se logró cumplir con el segundo objetivo específico: Realizar la identificación de las causas que reducen la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA, como resultado se identificaron 4 causas claves:

- La zona de trabajo es muy compleja; es terreno muy accidentado, su acceso es muy complicado, pues hay pendientes, quebradas pequeñas activas; las condiciones climáticas son malas, se dan lluvias, deslizamientos de lodo y piedras.
- El personal colaborador no se encuentra capacitado en el uso de las tecnologías de mantenimiento predictivo, no tienen ni idea lo que es trabajar en condiciones adecuadas (hay mucho desorden, no existe clasificación de herramientas); tampoco en aspectos mecánicos, eléctricos e hidráulicos.

- No se lleva un control informático a través de un sistema de información para la gestión del mantenimiento.
- Falta de un clima laboral empático y socializador.

La suma de todo ello genera que exista un mayor número de horas de reparación, un mayor número de paradas imprevistas; y por consiguiente una alza constante de costos imprevistos.

En tercer lugar se logró cumplir con el objetivo 3: Ejecutar la evaluación de operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA, dicha evaluación se centró en la evaluación de la disponibilidad mecánica, los resultados que se obtuvieron confirmaron la sospecha que se tenía desde el inicio de la presente investigación:

Según los datos de la tabla 5, la disponibilidad mecánica promedio antes de TPM, se encuentra en un 86, 5%, porcentaje que está por debajo de lo mínimo establecido que es de 90%. Se pudo constatar que la máquina más neurálgica de la empresa (ESPARCIDORA DE ASFALTO) se encuentra en un 79.1%, de todo esto se puede expresar que el tipo de mantenimiento que está utilizando la empresa CASA no es el adecuado.

En cuarto lugar se logró cumplir con el cuarto objetivo específico: Diseñar el plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM para mejorar la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA, puesto que se diseñó la metodología guía para la implementación de las 5S, el plan de mantenimiento autónomo, el plan de mantenimiento planificado y plan de mantenimiento predictivo.

- Asimismo se logró comprometer a todos los colaboradores desde la gerencia hasta el de limpieza de ejecutar acciones de gestión de mantenimiento de calidad; Al jefe de equipo y supervisor de taller a realizar los formatos de orden de suministro, orden de trabajo, programa de mantenimiento preventivo y predictivo; al mecánico líder y mecánicos a su mando al manejo y uso de herramientas tecnológicas digitales para el análisis de vibración y de aceites, a la calibración de las válvulas de motor, a la capacitación en sistemas de transmisión, de inyección electrónica, en sistemas

eléctricos, en sistemas hidráulicos; a los ayudantes de mecánicos, a capacitarse en buenas prácticas de engrase, correcta limpieza de la unidad. A todo el personal sin excepción se le logró comprometer en la ejecución de actividades que les permitan trabajar en condiciones de trabajo seguro, es decir en sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, a la ejecución de actividades de gestión ambiental, y acciones de gestión de la calidad a través de la mejora continua. Se hizo una simulación de implantación del TPM obteniéndose como resultado la mejora del promedio de la disponibilidad mecánica en un 7.38%, infiriendo que se tuvo una influencia positiva en la operatividad de la máquina. Por lo tanto se puede confirmar lo concluido por Gamarra (2018, p. 241), quien sostiene que “[...], fue necesario de implementar una metodología de trabajo como el TPM que logre mejorar la disponibilidad de los equipos, esto permitirá cumplir con el plan de producción con menor tiempo de parada de equipos, [...]”.

V. CONCLUSIONES

Primera.- Luego de realizada la evaluación del mantenimiento correctivo que ejecuta la empresa CASA, se concluye que este tipo de mantenimiento no es el adecuado, pues no le permite a la empresa identificar las causas que originan las fallas y las paradas imprevistas, llevar un historial adecuado sobre los mantenimientos realizados en una máquina. Asimismo, que los colaboradores no tienen idea de lo que significa un sistema de gestión de seguridad y salud, un sistema de gestión ambiental. Las condiciones de trabajo son inseguras, no existe orden, limpieza, clasificación y mucho menos estandarización de procedimientos para la ejecución del proceso de mantenimiento.

Segunda.- Las condiciones agrestes del lugar de trabajo, las condiciones climáticas, el difícil acceso a la zona de trabajo, la falta de capacitación y entrenamiento mecánico, eléctrico, hidráulico; el desconocimiento de los colaboradores de metodologías actuales que les guíen para poder realizar un trabajo de calidad; son las principales causas que originan las constantes fallas, averías y paradas imprevistas de la maquinaria pesada de la empresa CASA.

Tercera.- El actual mantenimiento correctivo que ejecuta la empresa está produciendo que la operatividad de sus máquinas en función al indicador de disponibilidad mecánica, se encuentre por debajo del nivel establecido a nivel mundial: el de 90% de disponibilidad.

Cuarta.- El diseño del plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM, enmarca a la empresa CASA a estar a la vanguardia de lo que la metodología actual requiere. Gracias a ello el personal colaborador cambió de idea y se encuentra dispuesto a adherir a las estrategias de mejora continua como son las indicaciones de las 5S, asimismo, ahora ellos ya no se sienten colaboradores sino agentes que deben brindarle valor agregado a la empresa; de igual forma están dispuestos a capacitarse y ejecutar actividades relacionadas a mantener buenas condiciones de seguridad y salud en su trabajo, actividades de cuidado al medio ambiente, al uso de los sistemas de información computacional para llevar a cabo una mejor gestión de sus labores, lo cual se traduce en un excelente manejo de la información de las actividades de mantenimiento ejecutadas en el día y su posterior consolidación en una base de datos.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la gerencia de la empresa CASA en un tiempo mínimo a decidirse por implementar la metodología TPM en su área de mantenimiento y desterrar la idea del mantenimiento correctivo por lo complicado del lugar donde ejecutan sus actividades diarias. Para lo cual ha de diseñar un plan de entrenamiento y capacitación de todos sus colaboradores buscando en ellos actitudes hacia la mejora continua. El uso y manejo de herramientas digitales de mantenimiento predictivo.
- Se recomienda a la empresa CASA a implementar un sistema de información computacional en donde se encuentren íntimamente relacionados las actividades del mantenimiento autónomo, preventivo, planificado y predictivo; con la finalidad de hacer una evaluación completa y detallada del nivel de operatividad de una máquina en función a su indicador de disponibilidad mecánica. De igual forma a la capacitación y entrenamiento de sus colaboradores sobre el uso y manejo del mismo.
- Se recomienda a la empresa capacitar y entrenar sus colaboradores en materia de gestión de seguridad y salud en el trabajo; al manejo y deposición de los residuos sólidos y líquidos generados por las actividades diarias.

REFERENCIAS

- ABDULMOUTI, Hassan. Benefits of Kaizen to Business Excellence: Evidence from a Case Study. *Industrial Engineering & Management* [en línea]. Vol. 7 (2), Enero de 2018. [Fecha de consulta: 24 de Octubre de 2019]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/328311293_Benefits_of_Kaizen_to_Business_Excellence_Evidence_from_a_Case_Study
ISSN: 2169-0316
- ALAVEDRA Flores, Carol et al. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial* [en línea]. Enero-Diciembre 2016, n°34. [Fecha de consulta: 8 de Noviembre de 2019]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337450992001.pdf>
ISSN: 1025-9929
- ALDAVERT, Jaume, et al. Guía práctica 5S para la mejora continua: hacer más con menos [en línea]. España: Editorial Cims Midac, 2016. [fecha de consulta: 28 de Octubre de 2019]. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=IXoqDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=las+5S&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiqxou697_1AhWMjlkKHT7CCeUQ6AEIKDAA#v=onepage&q=las%205S&f=false
ISBN: 9788484111207
- AHUJA, I.P.S y KHAMBA, J.S. Total productive maintenance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*. Vol. 25 (7): pp. 709-756. Agosto 2008.
ISSN: 0265-671X
- ARGUETA Moreno, Jesús D. ¿Son las herramientas del TPM y PMI un apoyo real para la reducción de costes operativos en las organizaciones? *Revista Economía y Administración (E&A)*, Vol. 7 (2): 165-182, 2016.
ISSN: 2219-6722
- BAZÁN Arroyo, Eduardo A. Proyecto de mejora del mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos de mantenimiento en la empresa SETRAMI SAC. – Trujillo. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2018. Disponible en <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12758/Baz%c3%a1n%20Arroyo%2c%20Eduardo%20Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BOSE, Debjyoti y SHRIVASTAVA, Devesh. A Review on Implementation of Total Productive Maintenance in Manufacturing Industries. *International Journal for Scientific Research & Development* [en línea]. Vol. 5 (2), 2017. [Fecha de consulta: 23 de Octubre de 2019]. Disponible en <http://www.ijserd.com/articles/IJSRDV5I20456.pdf>
ISSN: 2321-0613
- CARNERO-MOYA, María Del Carmen, LOPEZ-VIZCAINO-MARIN, Rafael. TOTAL, PRODUCTIVE MAINTENANCE IN A MICRO-COMPANY. *DYNA Management* [en línea]. Vol. 1 (1), pp.1-25, Enero-Diciembre 2013. [Fecha de consulta: 23 de Octubre de 2019]. Disponible en <file:///C:/Users/HP/Downloads/5795DYNAINDEX.pdf>

- CASTILLO-FLORES, Ángela L, FERNÁNDEZ-GARCÍA, Luis G y ÁNGELES-RESENDIZ, Luis A. Impacto del TPM en el Desempeño Operativo de las Empresas Industriales del Sur de Tamaulipas. *Revista de Ingeniería Industrial* [en línea]. Vol. 2 (4), pp. 29-35, Junio 2018. [Fecha de consulta: 23 de Octubre de 2019]. Disponible en http://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol2num4/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Industrial_V2_N4_4.pdf
ISSN: 2523-0344
- FORNÉS- RIVERA, René, *et al.* Gestión de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en el área de laboratorios de una Institución de Educación Superior. *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería* [en línea]. Vol. 3 (8), 30 de septiembre de 2016 [Fecha de consulta: 22 de Octubre de 2019]. Disponible en https://ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/vol3num8/Revista_Aplicaciones_de_la_Ingenieria_V3_N8_10.pdf
ISSN: 2410-3454
- GAMARRA Antonio, José L. Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento del área de hilandería en las etapas de prehilado para una empresa textil basado en la implementación de TPM. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018. Disponible en https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625101/Gamarra_AJ.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- GARCÍA Alcaraz, Jorge L, ROMERO González, Jaime y NORIEGA Morales, Salvador A. El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos. *Contaduría y administración* [en línea]. Vol. 57 (4), pp. 173-196, Octubre-Diciembre de 2012. [fecha de consulta: 22 de Octubre de 2019]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/395/39524375009.pdf>
ISSN: 0186-1042
- GARCÍA Garrido, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento [en línea]. España: Editorial Ediciones Díaz de Santos, 2010 [fecha de consulta: 26 de Octubre del 2019]. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=PUovBdLi-oMC&pg=PA274&dq=Indicadores+para+la+gesti%C3%B3n+del+mantenimiento+de+equipos+pesados&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEWjCtv_wp7v1AhUm1VkKHV9oBtoQ6AEIJzAA#v=onepage&q=Indicadores%20para%20la%20gesti%C3%B3n%20del%20mantenimiento%20de%20equipos%20pesados&f=false
ISBN: 9788479785772
- GONZÁLEZ, Cristina, DOMINGO, Rosario y SEBASTIÁN, Miguel A. Técnicas de mejora de la calidad [en línea]. España: [s.n.], 2013. [fecha de consulta: 28 de Octubre de 2019]. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=eKMOLUKeIr0C&pg=PT190&dq=Shitsuke&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEWigrPKcg8DIhWJmlkKHduVAu4Q6AEIdTAJ#v=onepage&q=Shitsuke&f=false>
ISBN: 978843626641
- GRANDE, Ildefonso y ABASCAL, Elena. Fundamentos y técnicas de investigación comercial [en línea]. 10ª ed. España: Editorial Esic, 2009 [fecha de consulta: 21 de Octubre del 2019]. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=weE5d_DNAUsC&pg=PA256&dq=tipos+de+muestra&hl=es-

[419&sa=X&ved=0ahUKEwjovtSrW3lAhWPjlkKHbV9Dy0Q6AEIKDAA#v=onepage&q=tipos%20de%20muestra&f=false](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.413.5410&rep=rep1&type=pdf)

ISBN: 9788473565912

- HANGAD, Wasim S y KUMAR, Sanjay. TPM- A Key Strategy for Productivity Improvement in Medium Scale Industry. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* [en línea]. Vol. 3 (6), Junio de 2013. [Fecha de consulta: 26 de Octubre de 2019]. Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.413.5410&rep=rep1&type=pdf> ISSN: 2250-2459
- HERNÁNDEZ-CHAVARRÍA, F. Fundamentos de epidemiología: El arte detectivesco de la investigación epidemiológica [en línea]. Costa Rica: Editorial Universidad estatal a distancia, 2002 [fecha de consulta: 21 de Octubre del 2019]. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=vu7xOb6X_qkC&pg=PA260&dq=operacionalizaci%C3%B3n+de+variables&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjWtrfI5a3lAhVpp1kKHTa8AhgQ6AEIKzAA#v=onepage&q=operacionalizaci%C3%B3n%20de%20variables&f=false ISBN: 9968311871
- INGALE, Amit S, BHOPI, Ajay R y PATIL, Dhiraj. Implementation of Total Productive Maintenance (TPM). *International Journal of Scientific & Engineering Research* [en línea]. Vol. 6 (12), Diciembre de 2015. [Fecha de consulta: 24 de Octubre de 2019]. Disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/0977/6b7daba10096c5c08fc2263e5c5ee23e223a.pdf> ISSN: 2229-5518
- KHOKHAR, Pardeep y DHANKHAR, Sachin. Role of TPM and TQM in Productivity Improvement. *International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering* [en línea]. Vol. 3 (12), Diciembre de 2014. [Fecha de consulta: 24 de Octubre de 2019]. Disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/2b2d/d640e435cb6aeefa7929bd1c3b824e1412da.pdf> ISSN: 2319-7463
- LANDEAU, Rebeca. Elaboración de trabajos de investigación [en línea]. Venezuela: Editorial Alfa, 2007 [fecha de consulta: 19 de octubre del 2019]. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=M_N1CzTB2D4C&pg=PA53&dq=tipos+de+investigacion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjgx8jHmanlAhUJA6wKHSoEByYQ6AEIKDAA#v=onepage&q=tipos%20de%20investigacion&f=false ISBN: 9803542141
- LOGESH, B, KUPPURAJ, R y AUGUSTINE, Amal. Experimental Investigation to Deploy Overall Equipment Effectiveness (OEE) In CNC Machining Line of an Automobile Component Production Industry Using TPM. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology* [en línea]. Vol. 3 (8), 2017. [Fecha de consulta: 26 de Octubre de 2019]. Disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/865b/ba31ef00ff4e16763ad22c6daf1a0db1b04e.pdf> ISSN: 2394-4009
- MARÍN-GARCÍA, Juan y MARTINEZ, Mateo. Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. *Intangible Capital* [en línea]. Julio 2013, n°3. [Fecha de consulta: 22 de Octubre de 2019]. Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/45772/Juan%20A.%20Marin-Garcia%3bRAFAEL%20MATEO%20MARTINEZ%20->

[%20Barreras%20y%20facilitadores%20de%20la%20implantaci%20c3%b3n%20del%20TPM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

ISSN: 1697-9818

- NARRO, Jorge L y VALVERDE, Roberto C. Mantenimiento Productivo Total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general (OEE) para los equipos más críticos en una empresa agroindustrial. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2018. Disponible en <http://refi.upnorte.edu.pe/bitstream/handle/11537/21585/Narro%20Castillo%20Jorge%20Luis%20-%20Valverde%20Sanchez%20Roberto%20Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- OLARTE, Willian., BOTERO, Marcelo., y CAÑON, Benhur. Tecnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria. *Scientia Et Technica* [en línea]. Vol.16(45), Agosto 2010, 223-226. [fecha de consulta: 13 de Noviembre de 2019]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/849/84917249041.pdf>
ISSN: 0122- 1701
- OLIVARES, Socorro y GONZÁLEZ, Martín. Psicología del trabajo [en línea]. México: Grupo Editorial Patria, S.A de C.V., 2014 [fecha de consulta: 26 de Octubre del 2019]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=uc_hBAAAQBAJ&pg=PA151&dq=seiri&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi3rYu8tbvIAhUG11kKHAKhB1UQ6AEIMTAB#v=onepage&q=seiri&f=false
ISBN: 9786074388718
- ORTIZ Useche, Alexis, RODRÍGUEZ Monroy, Carlos y IZQUIERDO, Henry. Gestión de mantenimiento en pymes industriales. *Revista Venezolana de Gerencia* [en línea]. Vol. 18(61), 2013. 86-104[fecha de Consulta 22 de Octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29026161004>
ISSN: 1315-9984
- RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José L. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad [en línea]. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010 [fecha de consulta: 26 de Octubre del 2019]. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=IR2xgsdmdUoC&pg=PA51&dq=seiri&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi3rYu8tbvIAhUG11kKHAKhB1UQ6AEIcAI#v=onepage&q=seiri&f=false>
ISBN: 9788479789671
- SETHIA, Chetan S, SHENDE, P, y DANGE, Swapnil. Total Productive Maintenance- A Systematic Review. *International Journal for Scientific Research & Development* [en línea]. Vol. 2. Agosto 2014. [Fecha de consulta: 23 de Octubre de 2019]. Disponible en https://www.academia.edu/16075734/Total_Productive_Maintenance_-_A_Systematic_Review
ISSN: 2321-0613
- SINGH, Narinder y SINGH, Onkar. Review Paper on: Total Productive Maintenance. *International Journal of Advanced Research in Mechanical Engineering & Technology (IJARMET)* [en línea]. Vol. 1 (1), Abril-Junio 2015. [Fecha de consulta: 24 de Octubre de 2019]. Disponible en <http://ijarmet.com/wp-content/themes/felicity/issues/vol1issue1/narinder.pdf>

ISSN: 2454-4736

- SRIKARAN, V. A REVIEW OF PRODUCTION IMPROVEMENT THROUGH TPM. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)* [en línea]. Vol. 8 (3), Marzo de 2017. [Fecha de consulta: 26 de octubre de 2019]. Disponible en https://www.academia.edu/32471172/A_REVIEW_OF_PRODUCTION_IMPROVEMENT_THROUGH_TPM

ISSN: 0976-6359

- SUÁREZ Barraza, Manuel F. El Kaizen: La filosofía de Mejora Continua e Innovación Incremental detrás de la Administración por Calidad Total [en línea]. Mexico: Panorama Editorial, S.A. de C.V., 2007 [fecha de consulta: 28 de Octubre de 2019]. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=l3FXNs-q_CYC&pg=PA135&dq=seiso&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiPuZ_U77_1AhVNqlkKHZQkDQYQ6AEIKDAA#v=onepage&q=seiso&f=false

ISBN: 968381591X

- Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study por Ranteshwar Singh [et al.]. *ScienceDirect* [en línea]. 2013, n°51. [Fecha de consulta: 23 de Julio de 2019]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705813000854>

ISSN: 1877-7058

- TORO, Iván D y PARRA, Rubén D. Método y conocimiento: Metodología de la investigación [en línea]. Colombia: Fondo Editorial Universidad EAFOIT, 2006 [fecha de consulta: 19 de Octubre del 2019]. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=4Y-kHGjEjyOC&pg=PA158&dq=dise%C3%B1o+no+experimental+transversal&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjIn4ewsanlAhUMLa0KHSpjBYgQ6AEIKDAA#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20no%20experimental%20transversal&f=false>

ISBN: 9588281113

- TORRES, Cloves W y CABAL, Jandecy. Applied autonomous maintenance in the improvement of production quality: A case study. *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications (JETIA)* [en línea]. Vol. 2 (7), Septiembre de 2016. [Fecha de consulta: 24 de Octubre de 2019]. Disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/4ec0/c48b00f4cbfd0443063d7f437edcf332b34a.pdf>

ISSN: 2447-0228

- WORKNEH, Melesse y PAL, Ajit. Total Productive Maintenance: A Case Study in Manufacturing Industry. *Global Journal of researches in engineering Industrial engineering* [en línea]. Vol. 12 (1), Febrero 2012. [Fecha de consulta: 24 de Octubre de 2019]. Disponible en https://globaljournals.org/GJRE_Volume12/4-Total-Productive-Maintenance-A-Case-Study.pdf

ISSN: 2249-4596

- ZEGARRA, Manuel. Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y Desarrollo*, Vol. 19 (1): 25-37, Enero-Junio 2016.

ISSN: 1994-7224

ANEXOS

ANEXO 1A. ENCUESTA SOBRE ESTRUCTURACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Estimado colaborador responda las siguientes preguntas con la escala del 1 al 10.

Pregunta 1: ¿Cada colaborador ejecuta sus funciones dentro del área de mantenimiento correctivo? _____

Pregunta 2: ¿Se supervisa regularmente el cumplimiento de las funciones de cada uno de los colaboradores dentro del área de mantenimiento correctivo? _____

Pregunta 3: ¿Las funciones del personal jerárquico y operativo del área de mantenimiento correctivo se encuentran correctamente establecidas? _____

Pregunta 4: ¿Se encuentra el personal jerárquico y operativo del área de mantenimiento correctivo listos para el uso de herramientas que ayuden a la mejora continua de cada una de las actividades que se ejecutan? _____

Pregunta 5: ¿Existe un espacio dentro del área de mantenimiento correctivo para tareas de mejora de la planeación, para la ejecución de cambios e imprevistos, y para la programación de capacitaciones al personal jerárquico y operativo? _____

Pregunta 6: ¿El área de mantenimiento correctivo es consultada para implementar alguna mejora de procesos a nivel empresa? _____

Pregunta 7: ¿Existe una excelente comunicación entre el área de logística y el área de mantenimiento correctivo?

Pregunta 8: ¿Los departamentos de mayor jerarquía de la empresa realizan controles de gestión de calidad al área de mantenimiento correctivo?

ANEXO 1B. ENCUESTA SOBRE LA PROGRAMACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Estimado colaborador responda las siguientes preguntas con la escala del 1 al 10.

Pregunta 1: ¿Cada actividad del mantenimiento es ejecutada en función a una planificación previa del tiempo a utilizar? _____

Pregunta 2: ¿La ejecución de las actividades de mantenimiento está relacionada con el área de logística alguna otra área que tenga relación? _____

Pregunta 3: ¿Antes de dar inicio a una actividad de mantenimiento, ya se conoce y establece que herramientas son necesarias? _____

Pregunta 4: ¿El área de mantenimiento emite consolidados de información de actividades ejecutadas a gerencia? _____

Pregunta 5: ¿Antes de dar inicio a una actividad de mantenimiento, ya se conoce y se encuentra establecido el grupo de colaboradores que la van a ejecutar? _____

Pregunta 6: ¿Según su experiencia, ¿cómo calificaría la organización del conjunto de actividades que componen un proceso de mantenimiento? _____

Pregunta 7: ¿Cada actividad ejecutada ha sido requerida según algún formato de requerimiento? _____

Pregunta 8: ¿Las actividades de mantenimiento se ejecutan en función a un cronograma establecido por el historial de fallas, averías y paradas? _____

ANEXO 1C. ENCUESTA SOBRE LA REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Estimado colaborador responda las siguientes preguntas con la escala del 1 al 10.

Pregunta 1: ¿Ejecutan las actividades de mantenimiento con el área ordenada y limpia?

Pregunta 2: ¿Ejecutan las tareas del mantenimiento con las herramientas apropiadas y en buen estado? _____

Pregunta 3: ¿Ejecutan las tareas de mantenimiento con las unidades totalmente limpias?

Pregunta 4: ¿Utilizan repuestos originales o en su defecto de otra marca de calidad?

Pregunta 5: ¿La calibración de válvulas, el mantenimiento del sistema de inyección y transmisión, lo ejecuta el colaborador capacitado y especializado específicamente para ese tipo de mantenimiento? _____

Pregunta 6: ¿La ejecución del análisis vibratorio y de la calidad de aceite se realiza con herramientas de la más alta tecnología de predicción? _____

Pregunta 7: ¿Ejecutan las actividades de mantenimiento respetando las normas de SST o algo parecido? _____

Pregunta 8: ¿Ejecutan las actividades de mantenimiento respetando las normas de gestión ambiental o algo parecido? _____

ANEXO 1D. ENCUESTA SOBRE LAS COMPETENCIAS Y CAPACIDADES DEL PERSONAL COLABORADOR

Estimado colaborador responda las siguientes preguntas con la escala del 1 al 10.

Pregunta 1: ¿Se considera competente y capaz para ejecutar cada una de las actividades propias del mantenimiento? ____

Pregunta 2: ¿Manejas adecuadamente las herramientas mecánicas-tecnológicas para la evaluación de una unidad pesada? ____

Pregunta 3: ¿Puedes interpretar los manuales de la casa matriz que llegan en inglés? ____

Pregunta 4: ¿Tienes buena relación con tus compañeros de trabajo? ____

Pregunta 5: ¿Tienes conocimientos sobre mejora continua y sistemas de gestión de la calidad? ____

Pregunta 6: ¿Propones acciones de mejora para solucionar alguna falla o avería? ____

Pregunta 7: ¿Tienes conocimientos sobre el trabajo en condiciones seguras, planes de contingencia ante cualquier incidente o accidente, sobre el uso de EPPs? ____

Pregunta 8: ¿Tienes conocimientos sobre el manejo y disposición final de los residuos sólidos y líquidos? ____

ANEXO 1E. ENCUESTA SOBRE LA POLITICA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Estimado colaborador responda las siguientes preguntas con la escala del 1 al 10.

Pregunta 1: ¿Qué calificativo le darías a las políticas de seguridad y salud en el trabajo que se practican en la empresa? ____

Pregunta 2: ¿Realizas tus actividades diarias de acuerdo a lo estipulado por políticas de SGSST de la empresa? _____

Pregunta 3: ¿Existe una política de mejora continua del procedimiento de determinación de controles? _____

Pregunta 4: ¿Existen planes de contingencia ante un incidente o accidente que se pueda producir dentro del área de mantenimiento? _____

Pregunta 5: ¿Existe una matriz de valoración de los riesgos que se pueden sufrir por actividades propias de la naturaleza del mantenimiento? ____

Pregunta 6: ¿Sienten que el seguro de trabajo contra todo riesgo cumple sus expectativas de seguridad y salud? _____

Pregunta 7: ¿Ejecutan las actividades de mantenimiento respetando las normas de SST o algo parecido? ____

Pregunta 8: ¿Ejecutan las actividades de mantenimiento respetando las normas de gestión ambiental o algo parecido? ____